



Avaliação da qualidade pós-colheita e da percepção do consumidor de alfaces colhidas e comercializadas com raiz

Inês Cunha de Moura

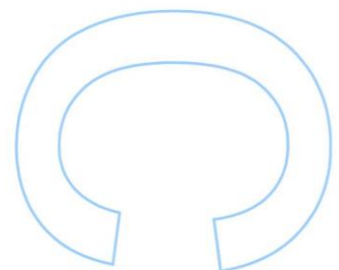
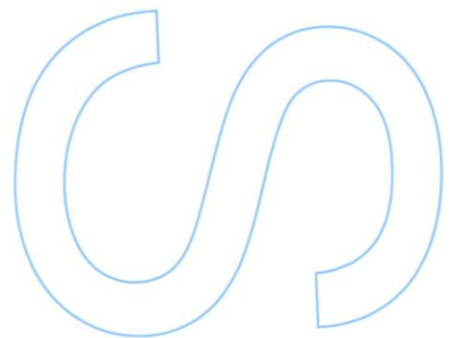
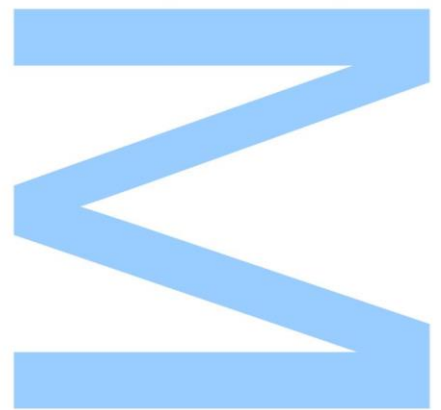
Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2017

Orientador

Doutora Susana Caldas Fonseca, Professora Auxiliar
Convidada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Doutora Susana Pinto de Carvalho, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

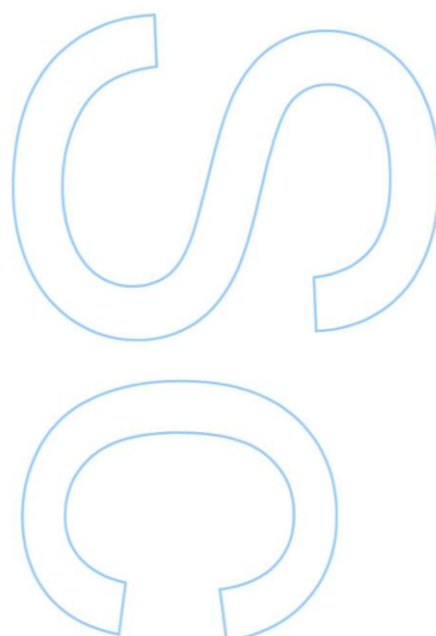
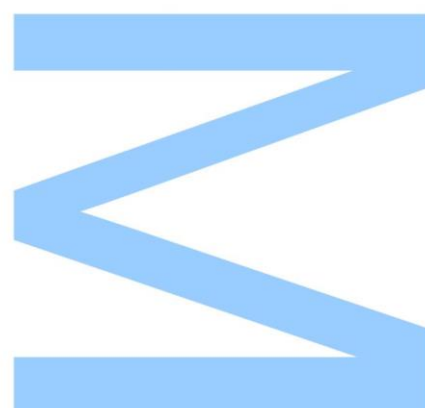




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

À instituição que me acolheu nestes últimos dois anos e que me permitiu terminar esta etapa absorvendo uma enorme quantidade de conhecimento.

À minha orientadora, Prof. Doutora Susana Fonseca, por me ter permitido participar neste projeto e por criar as condições necessárias para o desenvolvimento de todas as suas fases. Pelo seu constante e incansável apoio, disponibilidade, dedicação e orientação, o meu especial agradecimento. Obrigada ainda pela grande quantidade de conhecimento que me transmitiu ao longo desta etapa.

À Prof. Doutora Susana Carvalho, minha coorientadora, pela disponibilidade e ajuda neste projeto.

À Hidrogood®Horticultura Moderna e em especial ao Dr. Hermano Rodrigues pela generosa doação das alfaces utilizadas neste projeto. Um especial agradecimento pela constante disponibilidade e ajuda.

Ao Prof. Doutor Luís Cunha, pela ajuda e esclarecimento de dúvidas.

Ao Sr. Bernardino por toda a paciência, disponibilidade e ajuda em Vairão.

Aos meus pais, por acreditarem sempre em mim. Por criarem as condições necessárias para que pudesse seguir sempre os caminhos que desejei. Pela confiança, pelos conselhos e, acima de tudo, por serem uma verdadeira fonte de inspiração e admiração. Obrigada.

Ao meu namorado, pelo incansável apoio. Por ter estado sempre presente, por todos os conselhos e, principalmente, pela grande paciência e compreensão.

A toda a minha família, simplesmente por serem como são. Obrigada por estarem sempre presentes quando é preciso (e quando não é!).

A todos os meus amigos. Um grande obrigada ao Gang que, desde o início da minha jornada académica, nunca me deixou desistir e sempre me incentivou e motivou, apesar da distância. Um especial agradecimento, ainda, ao Sei Lá pela boa disposição, divertimento e, claro, por me aturarem.

Por último, ao meu querido avô.

Resumo

Os produtos hortícolas frescos constituem uma fonte muito rica de vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes. A alface é um hortícola bastante popular em todo o mundo e, dos mais produzidos e consumidos em Portugal. Sendo um produto que é normalmente consumido fresco, a alface é bastante perecível, com um tempo de vida útil bastante curto que, rapidamente desenvolve sinais de deterioração, influenciando negativamente a sua aquisição e consumo.

Nos últimos anos tem-se assistido ao aumento da cultura hidropónica de vários produtos hortícolas, como é o caso da alface. A cultura da alface em regime de hidroponia permite a sua produção com o sistema radicular limpo, permitindo a sua comercialização com o sistema radicular intacto. Assim, e com o objetivo de avaliar a influência da manutenção da raiz da alface no momento da colheita, alfaces produzidas em regime hidropónico foram submetidas a avaliações periódicas de parâmetros de qualidade durante um armazenamento refrigerado de treze dias. A cor e conteúdo em clorofila, a perda de massa, a taxa de respiração, a qualidade global e o teor de água foram avaliados em três grupos de estudo da alface (alface sem raiz, alface com raiz em bolsa de água e alface com raiz ao ar).

Ao longo do armazenamento verificou-se que, quer o tempo, quer o tratamento prestado às alfaces têm influência na manutenção dos parâmetros de qualidade. Relativamente à cor pode dizer-se que alfaces com raiz em bolsa de água mantêm uma cor verde significativamente mais intensa dos que alfaces com raiz ao ar ou sem raiz. Quanto ao conteúdo em clorofila, avaliado através do índice SPAD, a evolução é semelhante: alfaces com raiz em bolsa de água têm teores em clorofila significativamente superiores ao longo do armazenamento. A perda de massa, principal responsável pela perda de textura e qualidade visual, é significativamente inferior em alfaces com raiz em bolsa de água. No entanto, alfaces sem raiz têm perdas de peso significativamente inferiores relativamente a alfaces com raiz ao ar, sendo as últimas as que perdem uma percentagem de peso significativamente superior. Na avaliação da qualidade global, foram utilizados três parâmetros: acastanhamento, emurchecimento e aparência global. Alfaces com raiz em bolsa de água apresentam um acastanhamento e emurchecimento significativamente inferior aos restantes grupos em estudo. Em adição, apresentam uma aparência global significativamente superior.

Um dos objetivos do presente trabalho é a avaliação a percepção do consumidor sobre hidroponia, que foi realizada através da aplicação de um inquérito com questões

de associação livre e questões de hábitos de consumo/aquisição. Neste inquérito foram incluídas questões não só sobre alface, como também sobre ervas aromáticas, devido ao seu crescente potencial no mercado. Pela análise dos dados do inquérito, verificou-se que a maioria dos inquiridos consome alface 2 a 4 vezes por semana e que o formato preferido é a alface inteira não embalada. De igual forma a maioria dos inquiridos consome ervas aromáticas 2 a 4 vezes por semana, mas o formato preferido são as ervas aromáticas secas. Verificou-se ainda que os inquiridos do sexo feminino e os inquiridos com habilitações académicas superiores consomem mais frequentemente ervas aromáticas que os restantes grupos de comparação. Adicionalmente, quando se fala em consumo de ervas aromáticas frescas, verifica-se que a maioria dos inquiridos menciona um consumo médio de 2 a 4 vezes por semana. No entanto, inquiridos com mais de 55 anos consomem ervas aromáticas frescas mais frequentemente que os outros escalões etários. A análise das questões de associação livre, permitiu concluir que os escalões etários mais jovens associam mais fortemente o termo hidroponia com o ambiente e até com a sua sustentabilidade. Contrariamente são os que menos associam a hidroponia com emoções de carga negativa. Por outro lado, e tal como seria de esperar, verificou-se ainda uma maior associação do termo hidroponia com o desconhecimento por parte dos inquiridos sem habilitações académicas superiores. Quando se avaliaram as associações dos inquiridos relativamente a alfaces produzidas em hidroponia comercializadas com raiz, verificou-se que os consumidores mais jovens são os que associam mais fortemente o conceito com termos relacionados com a economia. Adicionalmente verifica-se também que os inquiridos com idades entre os 35 e 54 anos referem de forma mais assídua termos relacionados com as características organoléticas enquanto que os inquiridos com mais de 55 anos associam mais o conceito com a saúde e higiene. Realça-se ainda o facto dos inquiridos que reportam um consumo elevado de alface serem aqueles que mais associam o conceito com emoções positivas.

Uma vez que se verificou ter havido uma boa resposta e associação positiva dos consumidores relativamente a alfaces comercializadas com raiz, considera-se haver potencial na comercialização de alfaces produzidas em hidroponia e comercializadas com o sistema radicular em bolsas de água. Desta forma, estaria ao alcance do consumidor um produto que se mantém fresco durante um maior período de tempo.

Palavras-chave: qualidade pós-colheita, alface, raiz, hidroponia, consumidor

Abstract

Fresh vegetables are a great and rich source of vitamins, minerals, fiber and antioxidants. However, they are quite perishable and susceptible to rapid deterioration. Lettuce is very popular around the world and one of the most produced and consumed in Portugal. Being a product that is normally consumed fresh, lettuce has a very short shelf life and quickly develops signs of degradation that negatively influence its acquisition and consumption.

In recent years, we have witnessed an increase in the hydroponic cultivation of various fruits and vegetables, such as lettuce. Cultivation of lettuce in a hydroponic system allows its production with a clean root system allowing its commercialization with root. Thus, to evaluate the influence of lettuce root maintenance at harvest, lettuces produced under hydroponic NFT system, were subjected to periodic evaluation of quality parameters during a thirteen - day refrigerated storage Color, chlorophyll content, weight loss, respiration rate, visual appearance and water content were evaluated in three study groups of lettuce (un-rooted lettuces, rooted lettuces in water bag and rooted lettuces on air).

Throughout the storage it was verified that, both time and harvest treatment have influence in the maintenance of quality parameters. Regarding the color, it can be said that rooted lettuces in water bag maintain a green color significantly more intense than rooted lettuce on air or un-rooted lettuce. Regarding the chlorophyll content, evaluated through SPAD index, the evolution is similar: rooted lettuce in water bag have chlorophyll content significantly higher throughout the storage. Weight loss, which is primarily responsible for loss of texture and visual quality, is significantly lower in rooted lettuces in water bag. However, un-rooted lettuces have significantly lower weight losses relative to rooted lettuces on air, these being those which lose a significantly higher percentage weight. In the overall quality evaluation, three parameters were used: browning, wilting and overall appearance. Rooted lettuces in water bag present a browning and wilting significantly inferior to the remaining groups. In addition, they present a significantly superior overall appearance.

Another aim for the present study is the evaluation of consumer perception about hydroponics, which was carried out through the application of a survey with word association tasks and consumption and purchase habits' questions. In this survey, were included questions about not only lettuce, but also aromatic herbs because of their growing potential in the market. From the survey data, it was found that most

respondents consumed lettuce 2 to 4 times a week and that the most favourite format is the whole unpacked lettuce. Likewise, most respondents consume herbs 2 to 4 times a week, but the preferred format is dried herbs. It was also found that female respondents and respondents with higher academic qualifications consumed aromatic herbs more often than the other comparison groups. Additionally, when talking about consumption of fresh herbs, most respondents mentions an average consumption of 2 to 4 times a week. However, respondents over 55 years of age consume fresh herbs more often than other age groups.

The analysis of word association tasks allowed us to conclude that the younger age groups associate the term hydroponics more strongly with the environment and even with its sustainability. Conversely, they are the ones that least associate hydroponics with negatively emotions. On the other hand, there was also a greater association of the term with the lack of knowledge on the part of the respondents without higher academic qualifications. When assessing the associations of respondents to hydroponic lettuce commercialized with roots, it has been found that younger consumers are the ones who most strongly associate the concept with terms related to the economy. In addition, respondents aged between 35 and 54 refer more assiduously terms related to organoleptic characteristics, whereas respondents over 55 associate the concept with health and hygiene. It is also highlighted the fact that respondents who report a high consumption of lettuce are those that most associate the concept with positive emotions.

Since there has been a good response and positive association of consumers with lettuce commercialized with roots, it is considered that there is potential in the market for rooted lettuces on water bag. In this way, a product that stays fresh for a longer period would be available to the consumer.

Key-words: postharvest quality, lettuce, root, hydroponics, consumer

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Abstract	vi
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xv
Lista de Abreviaturas	xvii
Lista de Equações	xix
1 Introdução.....	20
2 Enquadramento teórico.....	21
2.1 Caracterização taxonómica, morfológica e nutricional e benefícios para a saúde da alface	21
2.1.1 Caracterização taxonómica e morfológica da alface.....	21
2.1.2 Caracterização nutricional da alface.....	24
2.1.3 Benefícios para a saúde do consumo alface	27
2.2 Produção mundial e nacional de alface.....	29
2.3 Origem e fundamentos da produção hidropónica e cultivo de alface em hidroponia	34
2.3.1 Origem e fundamentos da produção hidropónica	34
2.3.1.1 Técnica FHS (Floating hydroponic system)	36
2.3.1.2 Aeroponia.....	36
2.3.2 Cultivo de alface em hidroponia	37
2.3.2.1 Técnica NFT (nutrient film technique)	37
2.3.2.2 Solução nutritiva.....	38
2.4 Principais processos fisiológicos responsáveis pela deterioração pós-colheita de produtos frescos.....	40
2.4.1 Respiração.....	40
2.4.1.1 Fatores internos que afetam a taxa de respiração	42
2.4.1.2 Fatores externos que afetam a taxa de respiração	42

2.4.2	Transpiração	43
2.4.2.1	Fatores internos que afetam a taxa de transpiração	45
2.4.2.2	Fatores externos que afetam a taxa de transpiração	46
2.5	Principais alterações na qualidade pós-colheita da alface.....	47
2.5.1	Alterações na cor	48
2.5.2	Alterações na textura	50
2.5.3	Perda de água.....	51
2.5.4	Deterioração microbiológica	52
2.6	Fatores que influenciam a escolha do consumidor.....	54
3	Materiais e métodos	57
3.1	Levantamento de dados da oferta de mercado de alface	57
3.2	Estudo da qualidade pós-colheita da alface	57
3.2.1	Condições de crescimento da alface, preparação das amostras e armazenamento.....	57
3.2.2	Avaliação da cor e do conteúdo em clorofila	58
3.2.3	Avaliação da perda de massa	59
3.2.4	Avaliação do teor em água.....	60
3.2.5	Avaliação da taxa de respiração.....	60
3.2.6	Avaliação da qualidade global	61
3.2.7	Análise dos dados	61
3.3	Estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo/compra de alface	62
3.3.1	Análise dos dados	63
4	Resultados e discussão	65
4.1	Levantamento de dados da oferta de mercado de alface	65
4.2	Estudo da qualidade pós-colheita da alface	67
4.2.1	Avaliação da cor e do conteúdo em clorofila	67
4.2.2	Avaliação da perda de massa	70
4.2.3	Avaliação do teor em água.....	71
4.2.4	Avaliação da taxa de respiração.....	72

4.2.5 Avaliação da qualidade global	74
4.3 Estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.....	77
4.3.1 Caracterização da amostra	77
4.3.2 Hábitos de consumo e compra de alface.....	77
4.3.3 Associação livre de palavras	82
5 Conclusões.....	95
Referências bibliográficas.....	99
Anexos	104

Lista de Figuras

Figura 1 – Média anual de volume de produção de alface por continentes nos anos 2011 a 2014	29
Figura 2 – Top 10 países líderes na média anual de produção mundial de alface dos anos 2011 a 2014	29
Figura 3 – Produção (mil toneladas) e área de produção (mil hectares) das principais culturas hortícolas em Portugal no ano 2015	30
Figura 4 – Área de produção (mil hectares) e produção (mil toneladas) de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2015	31
Figura 5 - Produtividade (toneladas por hectare) de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2015	32
Figura 6 – Volume (mil toneladas) de exportação e importação de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2014	33
Figura 7 - Valor (milhões de euros) da exportação e importação de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2014	33
Figura 8 – Diferentes tipos de cultivo sem solo e as suas respetivas variações.....	35
Figura 9 - Esquema representativo da técnica FHS	36
Figura 10 - Esquema representativo do sistema aeropónico.....	37
Figura 11 - Esquema representativo da técnica NFT.	38
Figura 12 – Esquema representativo do sistema dérmico foliar	44
Figura 13 – Exemplo dos dois tipos de acastanhamento da alface; (A) russet spotting; (B) edge browning.	49
Figura 14 – Hierarquia estrutural dos produtos vegetais.	50
Figura 15 - Percentagem de respostas obtidas na avaliação de fatores considerados importantes na decisão de compra de produtos frescos	55
Figura 16 - Importância atribuída pelos consumidores a determinados atributos na escolha de produtos frescos	56
Figura 17 – Exemplos das amostras de alface de cada grupo de estudo. (A) alface sem raiz; (B) alface com raiz ao ar; (C) alface com raiz em bolsa de água.....	58
Figura 18 – Evolução dos parâmetros de avaliação da cor CIE $L^*a^*b^*$ durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as	

médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.....	67
Figura 19 – Evolução da TCD durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.	69
Figura 20 - Evolução do índice SPAD durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.	69
Figura 21 – Evolução da perda de massa dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão. .	70
Figura 22 – Teor em água inicial e final para os três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados, e as barras verticais representam os erros padrão.....	71
Figura 23 – Evolução da taxa de consumo de O ₂ dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.	72
Figura 24 - Evolução da taxa de produção de CO ₂ dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.	72
Figura 25 – Evolução do quociente respiratório (QR) dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.....	73
Figura 26 – Evolução do acastanhamento, emurchecimento e aparência global dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados, e as barras verticais representam os erros padrão.	74
Figura 27 – Frequência de consumo de alface dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	78
Figura 28 – Locais de aquisição de alface dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	79
Figura 29 – Formatos de alface consumidos/adquiridos pelos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	79

Figura 30 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	79
Figura 31 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente ao sexo.....	80
Figura 32 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente às habilitações académicas.	80
Figura 33 – Formatos de ervas aromáticas consumidos/adquiridos pelos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	81
Figura 34 – Frequência de consumo de ervas aromáticas frescas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.	81
Figura 35 - Frequência de consumo de ervas aromáticas frescas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente à idade.	82
Figura 36 – Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 1 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em hidroponia?”	82
Figura 37 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 2 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface?”.	84
Figura 38 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 3 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas?”	85
Figura 39 – Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 4 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia?”.	87
Figura 40 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?”.	89

Figura 41 – Representação das categorias identificadas e das frequências de consumo de ervas aromáticas na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência resultante da tabela de frequências de menção para a questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?”..... 90

Figura 42 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 6 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?” 91

Figura 43 – Representação das categorias identificadas e das frequências de consumo de alface na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência resultante da tabela de frequências de menção para a questão n.º 6 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?”. 94

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação botânica da alface.	21
Tabela 2 – Principais grupos de cultivares da alface e respetivas características.	23
Tabela 3 – Valores de sódio (Na) para diferentes tipos de cultivar da alface e as respetivas referências bibliográficas.	25
Tabela 4 – Composição média das folhas de alface por 100 g de parte comestível. ..	27
Tabela 5 - Gama de concentrações para os elementos necessários para uma solução nutritiva standart.	39
Tabela 6 - Classificação de produtos hortícolas segundo a intensidade da sua taxa de respiração.	41
Tabela 7 – Condições de armazenamento recomendadas para a alface.	47
Tabela 8 – Características fisiológicas pós-colheita da alface.	48
Tabela 9 - Cor dos principais grupos de pigmentos naturais presentes nos produtos hortícolas.	49
Tabela 10 – Identificação das cadeias de distribuição analisadas para a avaliação da oferta de mercado.	57
Tabela 11 – Coordenadas do sistema de cor $L^* a^* b^*$ e a sua respetiva amplitude.	59
Tabela 12 – Parâmetros e respetivas escalas usadas para a avaliação da qualidade global das alfaces.	61
Tabela 13 - Perguntas de associação livre para avaliação da percepção do consumidor sobre hidroponia e a respetiva ordem no inquérito.	63
Tabela 14 – Frequência relativa e número de produtos contendo alface fresca encontrados à venda nas cinco cadeias de distribuição visitadas.	65
Tabela 15 – Características sociodemográficas dos participantes do estudo da percepção do consumidor e hábitos de consumo e compra de alface.	77
Tabela 16 – Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 1 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em hidroponia?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à idade e habilitações académicas.	83
Tabela 17 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 3 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas	

aromáticas?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas.	86
Tabela 18 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 4 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas.	88
Tabela 19 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade, habilitações académicas e frequência de consumo de ervas aromáticas.	92
Tabela 20 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 6 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à idade e à frequência de consumo de alface.	93
Tabela 21 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a dois fatores para cada parâmetro de qualidade avaliado.	114
Tabela 22 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o parâmetro a* da cor para todos os dias de avaliação.	114
Tabela 23 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o índice SPAD para todos os dias de avaliação.	115
Tabela 24 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para a perda de massa para todos os dias de avaliação.	115
Tabela 25 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para acastanhamento para todos os dias de avaliação.	116
Tabela 26 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o emurchecimento para todos os dias de avaliação.	116
Tabela 27 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para a aparência global para todos os dias de avaliação.	117
Tabela 28 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para RO ₂ para todos os dias de avaliação.	117
Tabela 29 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para RCO ₂ para todos os dias de avaliação.	118

Lista de Abreviaturas

ALA (*α -linolenic acid*) – ácido α -linolénico

DDR – dose diária recomendada

DM (*dry mass*) – massa seca

FHS (*floating hydroponic system*) – sistema hidropónico flutuante

FM (*fresh mass*) – massa fresca

HDL (*high density lipoprotein*) – lipoproteína de alta densidade

HW (*harvest weight*) – peso pós-colheita

HWC (*harvest water content*) – teor em água pós-colheita

INE – Instituto Nacional de Estatística

LA (*linoleic acid*) – ácido linoleico

LDL (*low density lipoprotein*) – lipoproteína de baixa densidade

M – massa

NFT (*nutrient film technique*) – técnica do fluxo laminar de nutriente

OMS – Organização Mundial da Saúde

PA – perda de água

PG (*polygalacturonase*) – poligalacturonase

PME (*pectin methylesterase*) – pectina metil esterase

PUFA (*polyunsaturated fatty acid*) – ácido gordo polinsaturado

QR – quociente respiratório

RCO₂ – taxa de consumo de CO₂

HR (*relative humidity*) – humidade relativa

RO_2 – taxa de consumo de O_2

SFA (*saturated fatty acid*) – ácido gordo saturado

SL (*storage life*) – tempo de prateleira

SW (*storage weight*) – peso pós-armazenamento

TCD (*total color difference*) – diferença total de cor

t_f – tempo final

t_i – tempo inicial

V – volume

V_f (free volume) – volume livre

WC (*water content*) – teor em água

WL (*weight loss*) – perda de massa

ρ – densidade

$y_{CO_2}^f$ - concentração final de CO_2

$y_{CO_2}^i$ - concentração inicial de CO_2

$y_{O_2}^f$ - concentração final de O_2

$y_{O_2}^i$ - concentração inicial de O_2

Lista de Equações

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36 \text{ ATP} \quad \text{Eq. 1}$$

$$TCD = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad \text{Eq. 2}$$

$$WL(\%) = \left(1 - \frac{SW}{HW}\right) \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

$$WC(\%) = \frac{FM - DM}{FM} \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

$$RO_2 = \frac{(y_{O_2}^i - y_{O_2}^f) \times V_f}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \quad \text{Eq. 5}$$

$$RCO_2 = \frac{(y_{CO_2}^f - y_{CO_2}^i) \times V_f}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \quad \text{Eq. 6}$$

$$V_f = V - \frac{M}{\rho} \quad \text{Eq. 7}$$

$$QR = \frac{RCO_2}{RO_2} \quad \text{Eq. 8}$$

1 Introdução

O papel dos hortícolas numa dieta saudável é de senso comum e muito bem reconhecido na área da nutrição já que estes asseguram uma ingestão adequada de vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes (Giugliano and Esposito, 2008). Vários estudos suportam a ideia de que o consumo de hortícolas pode ter uma certa influência no combate ao cancro, a doenças degenerativas como as doenças cardiovasculares, e até no combate ao envelhecimento (Kaur and Kapoor, 2001). Estes efeitos benéficos para a saúde estão associados à presença de grandes quantidades de antioxidantes, como o ácido ascórbico e o β -caroteno, que agem como recetores de radicais livres (Rico et al., 2007). No entanto, os hortícolas como produtos vivos que são, continuam os seus processos metabólicos após a colheita, tornando-os produtos bastante perecíveis e bastante suscetíveis à rápida deterioração (Gopala Rao, 2015).

A alface é um hortícola bastante popular em todo o mundo e, segundo o Instituto Nacional de Estatística, é um dos mais produzidos e consumidos em Portugal. No entanto, um dos grandes desafios associados ao consumo de hortícolas frescos é a redução da sua perecibilidade e o consequente aumento do seu tempo de vida útil. Assim sendo, e de forma a dar resposta às exigências dos consumidores e ao grande desafio do aumento do tempo de prateleira, a indústria vê a necessidade de delinear novas estratégias de produção e comercialização dos produtos frescos. Nos últimos anos tem-se assistido a um aumento do interesse da produção hidropónica de determinadas culturas, como é o caso da alface (Lee and Lee, 2015).

A cultura da alface em regime de hidroponia permite a produção deste hortícola com o sistema radicular limpo, abrindo espaço no mercado para uma nova forma de comercialização. Uma vez que o sistema radicular é capaz de armazenar água e produzir hormonas que atrasam o amarelecimento e a própria senescência da planta, a sua manutenção no momento da colheita pode aumentar a durabilidade da alface, diminuindo os processos deteriorativos (Gašparíková et al., 2002).

Com este estudo, pretende-se avaliar a influência da manutenção da raiz na alface, no momento da colheita, na diminuição da sua perecibilidade e no aumento do tempo de vida útil do produto fresco pré-embalado. Pretende-se, também, perceber a influência desta técnica na qualidade pós-colheita do produto, avaliando parâmetros associados com a sua deterioração. Uma vez que se propõe uma nova forma de comercialização desta hortícola, pretende-se, ainda, estudar a percepção e a aceitação do consumidor quanto a esta forma de apresentação do produto.

2 Enquadramento teórico

2.1 Caracterização taxonómica, morfológica e nutricional e benefícios para a saúde da alface

2.1.1 Caracterização taxonómica e morfológica da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é um dos hortícolas mais populares em todo o mundo e, embora haja indícios de que a sua cultura tenha começado, pelo menos, desde 2500 a.C., o início do seu consumo remonta para cerca de 500 anos a.C. Originalmente proveniente de regiões do próximo Oriente e do Mediterrâneo, hoje em dia a alface é cultivada em todos os continentes, particularmente em regiões temperadas e subtropicais (Mou, 2008).

No Egipto Antigo, a alface era cultivada para o aproveitamento do óleo extraído das sementes, enquanto que na Grécia Antiga e no Império Romano já era cultivada pelas suas folhas comestíveis. A sua cultura terá chegado à China no século VII, a França no início do século XIV e introduzida na América pelos espanhóis, provavelmente na segunda viagem de Colombo em 1494 (Almeida, 2006).

A alface *Lactuca sativa* é uma das cerca de cem espécies do género *Lactuca*. Este género é relativamente próximo do género *Cichorium*, ao qual pertencem a escarola e as diversas formas hortícolas de chicória. A Tabela 1 apresenta a classificação botânica da alface.

Tabela 1 - Classificação botânica da alface.

Família	<i>Asteraceae (ex. Compositae)</i>
Subfamília	<i>Cichorioideae</i>
Tribo	<i>Lactuceae (sin. Cichorieae)</i>
Género	<i>Lactuca</i>
Espécie	<i>Lactuca sativa</i> L.

Adaptado de **Mou (2008)**

A alface é uma planta herbácea anual e o seu sistema radicular é aprumado, pouco ramificado e relativamente superficial.

A alface é uma espécie bastante polimórfica. No século XIX foram atribuídas designações de variedades botânicas aos diferentes tipos de cultivares que ainda se mantêm em alguma literatura. Atualmente, consideram-se os cinco tipos de cultivares descritos na Tabela 2. Nesta tabela inclui-se também a designação da variedade botânica para facilitar a associação com a bibliografia.

No decorrer do presente trabalho, serão considerados apenas os primeiros quatro tipos de cultivares (bola de manteiga, batávia, romana e acéfala).

As cultivares de alface podem ser classificadas com base em diversos critérios, dos quais se podem destacar os seguintes (Almeida, 2006):






1. Tipo varietal (Tabela 2);
2. Aspeto das folhas: (i) lisas ou (ii) frisadas;
3. Cor das folhas: (i) verdes ou (ii) vermelhas;
4. Consistência das folhas;
5. Aptidão para formar repolho;
6. Época de cultura: (i) Outono-Inverno ou (ii) Primavera-Verão;
7. Tipo de sistema de cultivo: (i) ar livre ou (ii) estufa;
8. Aptidão de utilização: (i) fresca ou (ii) 4^o gama (pré cortada);
9. Suscetibilidade à necrose marginal (*tipburn*);
10. Resistência a doenças.

A alface é uma espécie anual de ciclo cultural relativamente curto. A duração do seu ciclo cultural depende do cultivar, da região, da época e do tipo de produção. O ciclo cultural em estufa dura cerca de 6 a 8 semanas durante a Primavera-Verão e 10 a 12 semanas durante o Inverno (Almeida, 2006). O ciclo vegetativo da alface pode dividir-se nas seguintes fases:

1. Germinação e emergência;
2. Formação da roseta de folhas;
3. Formação do repolho;
4. Espigamento e floração;
5. Maturação dos aquénios.

As fases reprodutivas do ciclo vegetativo (fase 4 e 5 – espigamento, floração e maturação dos aquénios) já não fazem parte do ciclo cultural da alface que é destinada a fins comerciais e ao consumo.

Tabela 2 – Principais grupos de cultivares da alface e respetivas características.

Tipo de cultivar	Variedade de <i>L. sativa</i>	Imagem	Características
Bola de manteiga	<i>var. capitata</i>		Alface de repolho arredondado, pouco compacto, folhas lisas, tenras e macias. Vulgarmente conhecidas por alfaces de folha lisa.
Batávia (iceberg)	<i>var. capitata</i>		Forma um repolho arredondado, de folhas crespas com margens sinuosas ou recortadas. Distinguem-se as batávias europeias e as batávias americanas (tipo <i>iceberg</i>).
Romana	<i>var. longifolia</i>		Folhas lisas, alongadas, com a nervura principal saliente e quebradiça. Não forma um verdadeiro repolho, apresentam uma postura ereta. Distinguem-se pelo seu sabor mais adocicado.
Acéfala ou de folhas	<i>var. acephala</i>		Não forma repolho, folhas inteiras ou lobadas. As folhas podem ter morfologias distintas com margens finamente frisadas (cultivares tipo <i>lollo</i>) ou com lobos arredondados (cultivares do tipo <i>folha de carvalho</i>). Têm um aspeto mais “aberto” que as restantes.
De caule	<i>var. asparagina</i>		Não forma repolho, caule carnudo. Popular na China, é cultivada pelos caules, colhidos quando a planta está ainda no estado vegetativo.

Adaptado de Almeida (2006) e Disqual

Imagens (fonte): <http://www.hamarikrishi.com/how-to-grow-lettuce;>
<https://www.amazon.com/ICEBERG-LETTUCE-Neighborhood-Corner-Store/dp/B008CQOYX8>
<http://goorganicnyc.com/romaine-lettuce.html>
<https://indacofoods.com/product/red-leaf-lettuce-1-head>
<https://thumbs.dreamstime.com/t/asparagus-lettuce-white-background-68928745.jpg>

2.1.2 Caracterização nutricional da alface

O consumo de alface aumentou bastante desde que esta é considerada um hortícola rico nutricionalmente e que o seu consumo traz benefícios para a saúde. No entanto, a composição nutricional da alface pode ser afetada por fatores genéticos e/ou ambientais (Llorach et al., 2008), ou até em função da cor das folhas, já que folhas mais esbranquiçadas do interior do repolho da alface, são menos nutritivas do que folhas exteriores (Almeida, 2006).

De forma geral, a alface é um hortícola com baixo valor energético devido ao seu alto teor em água e à escassa quantidade de hidratos de carbono e gordura. Apesar do seu baixo teor em gordura, a alface contém ácidos gordos polinsaturados (PUFAs) que são considerados importantes para a saúde (Kim et al., 2016).

PUFAs essenciais como o ómega-6, ácido linoleico (LA) e o ómega-3, ácido alfa linolénico (ALA), devem ser obtidos através da dieta (Kaur et al., 2014). Os adultos requerem uma quantidade média de 12-17 g/dia de LA e 1.1-1.6 g/dia de ALA para prevenir deficiências imunitárias, dermatites e problemas visuais e neurológicos (Institute of Medicine, 2002).

A alface tem um baixo teor em ácidos gordos saturados (SFA) e é maioritariamente constituída por ácidos gordos polinsaturados. Os ácidos gordos presentes em maior quantidade na alface são, então, o ALA e o LA, que representam, respetivamente, 60 e 20% do total de ácidos gordos (Guedard et al., 2008).

Para a alface bola de manteiga, batávia (iceberg), romana e acéfala, a quantidade de PUFAs varia entre 0.7-1.6 mg g⁻¹ FM (14-32 mg g⁻¹ DM), com a alface romana a ser o tipo de cultivar com o teor mais elevado nesta categoria (USDA, 2015).

A alface constitui, também, uma ótima fonte de fibras. O conteúdo total de fibras nos quatro principais tipos de cultivares mencionados anteriormente, pode variar entre os 9-21 mg g⁻¹ FM (180-420 mg g⁻¹ DM), sendo a alface romana, mais uma vez, o cultivar com maior quantidade registada (USDA, 2015).

Com base nesta informação, podemos dizer que 100 g de alface fresca pode providenciar até 10% da dose diária recomendada (DDR) de fibras para adultos, que é de 21-38 g/dia (Institute of Medicine, 2002).

Como a grande maioria dos hortícolas, a alface é bastante pobre em proteínas (Kim et al., 2016). No entanto, a alface contém vários nutrientes não calóricos que podem melhorar o estado nutricional e saúde dos indivíduos.

Os humanos necessitam de uma determinada quantidade de minerais para o correto funcionamento do seu metabolismo. O sódio (Na) e o potássio (K) são bastante importantes para o equilíbrio hídrico e eletrolítico (Soetan, 2010). No entanto, um elevado consumo de Na está associado com estados de hipertensão e é recomendado que este se mantenha reduzido (Lopez-Jaramillo et al., 2015).

Na Tabela 3 estão compilados os valores de Na, encontrados por autor, para os diferentes tipos de cultivares de alface.

Tabela 3 – Valores de sódio (Na) para diferentes tipos de cultivar da alface e as respetivas referências bibliográficas.

Tipo de cultivar	Valor de sódio	Referência bibliográfica
Bola de manteiga	0.05 mg g ⁻¹ FM 1.0 mg g ⁻¹ DM	Kawashima and Soares (2003)
Batávia e Romana	0.04-0.21 mg g ⁻¹ FM 0.8-4.1 mg g ⁻¹ DM	Koudela and Petříková (2008)
Acéfala	0.04-2.2 mg g ⁻¹ FM 0.08-44 mg g ⁻¹ DM	Baslam et al. (2013)

FM – fresh mass; DM – dry mass

De forma contrária, o potássio, que está associado com a redução da pressão sanguínea, pode apresentar uma larga variação dependendo do tipo de cultivar e da altura do ano em que é cultivada (Koudela and Petříková, 2008). De forma geral, os quatro principais tipos de cultivar de alface têm teores de K de cerca de 1.4-2.5 mg g⁻¹ FM (28-50 mg g⁻¹ DM), sendo a alface romana a fonte mais rica em K, e a batávia a fonte mais pobre (USDA, 2015). Assim, 100 g de alface fresca são capazes de fornecer 4-8% da DDR, que é de 4.8 g/dia para os adultos (Institute of Medicine, 2004).

Há também um grande interesse no cálcio (Ca) que crucial para a manutenção da saúde óssea e para a redução do risco de osteoporose (Soetan, 2010). Nas alfaces bola de manteiga, batávia (*iceberg*), romana e acéfala, o conteúdo em Ca é de, aproximadamente, 0.2-0.4 mg g⁻¹ FM (4-8 mg mg⁻¹ DM) (USDA, 2015). A alface batávia é a cultivar que apresenta um valor de Ca ligeiramente mais baixo relativamente aos outros tipos de cultivares (Koudela and Petříková, 2008).

O conteúdo em Ca da alface é comparativamente mais baixo em relação a outras plantas, como é o caso do espinafre (1 mg g⁻¹ FM) (USDA, 2015). No entanto, embora o espinafre contenha altos níveis de Ca, contém também altos níveis de oxalato (5.4 mg g⁻¹ FM) (Santamaria, 1999) que pode conduzir à diminuição da biodisponibilidade do Ca. Em contraste, não foi detetada a presença de oxalato nos vários cultivares de alface analisados (Santamaria, 1999). Apesar da alta biodisponibilidade de Ca devido à ausência de oxalato, 100 g de alface fresca providenciam somente 2-6% das 1000-1200 mg/dia da DDR para adultos (Institute of Medicine, 2000).

À parte do Ca, também o fósforo (P) e o magnésio (Mg) são importantes para a saúde óssea (Soetan, 2010). Para os quatro principais tipos de cultivares que têm sido referidos, as quantidades de P e Mg são, respetivamente, 0.2-0.3 mg g⁻¹ FM (4-6 mg g⁻¹ DM) e 0.07-0.14 mg g⁻¹ FM (1.4-2.8 mg g⁻¹ DM) (USDA, 2015).

Para um adulto, a DDR de P e Mg é, respetivamente, 700 mg/dia e 310 mg/dia. Assim, 100 g de alface fornecem cerca de 0.3-3% de P e 3-9% de Mg, podendo dizer que, embora a alface não seja uma boa fonte de P, alfaces do tipo romana podem constituir uma boa fonte de Mg, segundo Baslam et al. (2013).

Adicionalmente, é dada uma elevada importância a nutrientes como o ferro (Fe) e o zinco (Zn), principalmente em dietas *vegan*, já que os vegetais são, geralmente, pobres nestes minerais (Kim et al., 2016).

O interesse nutricional do Fe está inteiramente relacionado com o seu importante papel na síntese de hemoglobina e no transporte celular do oxigénio (Soetan, 2010). A Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que dois mil milhões de pessoas são anémicas, sendo que 50% advém de deficiências a nível do Fe (Abbaspour et al., 2014).

A quantidade de Fe presente nos principais tipos de alface pode variar entre 8.6-12.4 µg/g FM (172-248 µg/g DM), sendo a alface batávia a mais pobre em Fe com 4.1 µg/g FM e 82 µg/g DM (USDA, 2015). A grande variação do conteúdo férrico entre os vários tipos de alface pode estar relacionada com o tipo de cabeça da alface e as condições do solo onde ela cresce. Mou and Ryder (2004) reportaram que o conteúdo em Fe é tanto mais elevado quanto mais aberta for a cabeça da alface.

Quando comparada com outras hortícolas, como o espinafre por exemplo, o conteúdo férrico da alface é baixo. No entanto, 100 g de alface fresca podem providenciar cerca de 15% da DDR de Fe para adultos (8-18 mg/dia) (Institute of Medicine, 2001).

Por outro lado, o Zn é essencial para funções celulares básicas como a função antioxidante e imunitária (Kloubert and Rink, 2015). As deficiências a nível do Zn podem ocorrer com o envelhecimento e com a presença de algumas doenças como a diabetes *mellitus* ou a artrite reumatoide (Kim et al., 2016).

O conteúdo em Zn na alface pode variar entre 1.5 µg/g e 2.3 µg/g FM (30-46 µg/g DM) (USDA, 2015). No entanto, a quantidade de Zn presente nas alfaces do tipo batávia, pode ser relativamente mais baixa do que nas alfaces bola de manteiga, romana e acéfala. Kawashima and Soares (2003) encontraram quantidades de Zn ligeiramente mais elevadas em alfaces do tipo bola de manteiga (3.3 µg/g FM ou 66 µg/g DM).

Com base nestes dados, podemos dizer que, de forma geral, a alface não é uma boa fonte de Zn, já que 100 g de alface fresca podem fornecer somente 2 a 3% da quantidade recomendada de Zn para adultos de 8-11 mg/dia (Institute of Medicine, 2001).

Na Tabela 4 estão resumidos os principais componentes nutricionais e as suas respectivas quantidades para 100 g de parte comestível de folhas de alface.

Tabela 4 – Composição média das folhas de alface por 100 g de parte comestível.

Água (%)	94-96	K (mg)	141-247	Ácido Ascórbico (mg)	2.8-9.2
Energia (kcal)	13-17	Ca (mg)	18-36	Tiamina (mg)	0.04-0.07
Proteína (%)	0.9-1.36	P (mg)	20-33	Riboflavina (mg)	0.03-0.08
Gordura (%)	0.14-0.30	Mg (mg)	7-14	Niacina (mg)	0.12-0.38
Hidratos de carbono (%)	2.23-3.29	Na (mg)	5-28	Folato (µg)	29-136
Fibra (%)	0.9-2.1	Fe (mg)	0.4-1.24	Vitamina B6 (mg)	0.04-0.09
Açúcares (%)	0.48-1.97	Zn (mg)	0.15-0.23	Vitamina A (IU)	502-8710

Dados USDA (2015)

2.1.3 Benefícios para a saúde do consumo alface

O papel do consumo de frutas e legumes para a saúde é largamente aceite e cada vez mais reconhecido pela sociedade em geral. Este consumo é comumente associado à redução de ocorrência de doenças cancerígenas e/ou doenças cardiovasculares (Block et al., 1992; Steinmetz and Potter, 1991). Estes efeitos protetores das frutas e dos legumes estão atribuídos à presença de componentes bioativos em grandes quantidades (Coria-Cayupán et al., 2009), como antioxidantes, vitamina C, compostos polifenólicos, vitamina E e carotenoides (Nicolle et al., 2004).

No entanto, apesar da alface ser uma das hortícolas mais consumidas por todo o mundo, são poucos os estudos que investigam os benefícios do consumo de alface como alimento isolado.

Pepe et al. (2015), através do seu estudo *in vitro*, mostraram que extratos de alface são capazes de reduzir significativamente a presença de espécies reativas de oxigénio, a síntese e a libertação de óxido nítrico e, ainda, a expressão da ciclogénase-2, conduzindo globalmente para a redução de processos inflamatórios. Os autores concluíram que esta atividade anti-inflamatória da alface está relacionada com a grande quantidade de compostos polifenólicos presentes neste hortícola e, que a alface contém não só um grande valor nutricional, como nutracêutico, podendo fornecer importantes benefícios na promoção da saúde.

Já num estudo *in vivo*, ratos alimentados com uma dieta rica em gordura com elevado teor em colesterol e suplementada com 8% de alface vermelha, apresentam uma redução significativa na quantidade total de colesterol de 1804 para 1657 mg mL⁻¹ e uma redução de colesterol LDL de 311 para 139 mg mL⁻¹ (Lee et al., 2009), sugerindo um efeito benéfico do consumo de alface na redução do risco de doenças cardiovasculares. Os autores concluíram que o efeito do consumo de alface na redução da quantidade de colesterol plasmático, está relacionado com a presença de compostos bioativos como o α -tocoferol, β -caroteno, antocianinas e compostos fenólicos.

Adicionalmente, os efeitos benéficos do consumo de alface, especialmente o efeito redutor de colesterol, podem estar associados à grande quantidade de fibras presentes neste vegetal (Anderson and Hanna, 1999).

Num estudo pré clínico, ratos alimentados com uma dieta suplementada com 20% de alface, sofreram uma redução tanto na quantidade de colesterol LDL plasmático, como na quantidade de colesterol no fígado (Nicolle et al., 2004). Os autores relacionam estes efeitos com a introdução de fibras na dieta dos ratos proveniente da alface, que permitiu não só reduzir a absorção digestiva de colesterol, como aumentar a sua excreção através de ácidos biliares nas fezes.

2.2 Produção mundial e nacional de alface

A alface é uma das hortícolas mais produzidas em todo o mundo, tendo tido uma produção total de cerca de 25 milhões de toneladas só no ano de 2014 (FAOSTAT, 2016). Relativamente à média de produção anual entre os anos 2011 a 2014, o continente asiático produziu 67% de toda a alface mundial, seguida da América com 19% e da Europa com 12%. A África e a Oceânia registaram produções de alface de 1% face à produção mundial (Figura 1).

Devido às exigências climáticas da cultura, a produção em larga escala da alface ocorre apenas nas zonas temperadas do hemisfério norte (Almeida, 2006). Os principais produtores mundiais são a China, os EUA, principalmente o estado da Califórnia, e a União Europeia. A China, sendo o país que mais produz, ocupa mais de 50% da produção mundial de alface. Segue-se em segundo os EUA, claramente com produções mais altas que o resto dos países da lista. A Europa entra no Top 10 de produção mundial de alface com países como Espanha, Itália e Alemanha (Figura 2).

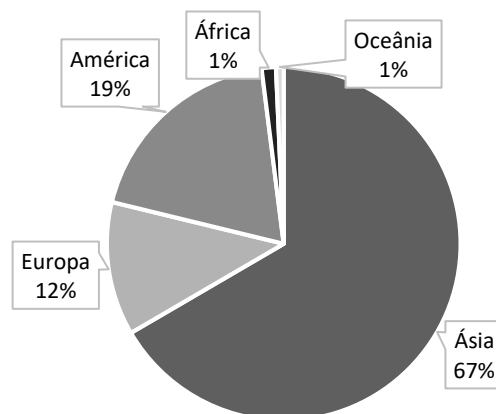


Figura 1 – Média anual de volume de produção de alface por continentes nos anos 2011 a 2014 (FAOSTAT (2016)).

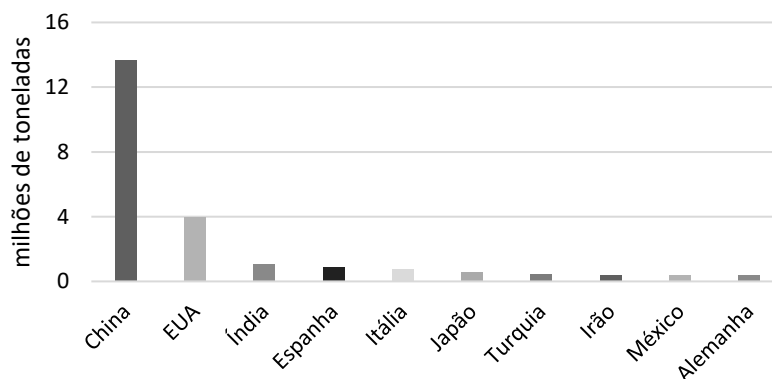


Figura 2 – Top 10 países líderes na média anual de produção mundial de alface dos anos 2011 a 2014 (FAOSTAT (2016)).

Nos EUA cultiva-se principalmente alface do tipo *iceberg* enquanto que em Espanha, por exemplo, a produção é bastante mais diversificada, contudo com predomínio também para o tipo *iceberg*. Já em França, predominam os tipos batávia europeia e bola de manteiga e em Itália produz-se essencialmente alface romana (INE, 2016).

Em Portugal, a alface é produzida ao ar livre e em estufa, durante praticamente todo o ano. A produção em estufa ocorre, normalmente, de novembro a abril, enquanto que no resto do ano prevalece o cultivo ao ar livre (Portugal Fresh, 2013).

Segundo os últimos dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), no ano de 2015, a alface foi a sétima cultura mais produzida em Portugal, atrás de culturas como o tomate, a cenoura e a abóbora, com 56 910 toneladas. Por outro lado, foi a sexta cultura que ocupou uma maior área de produção nesse mesmo ano (Figura 3), com 2 149 hectares.

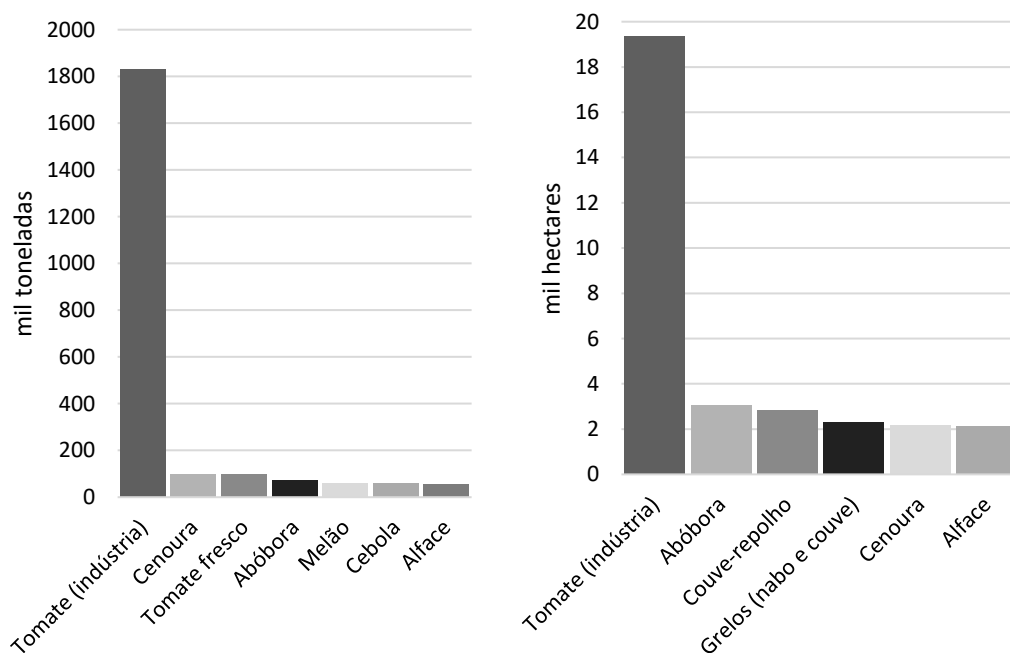


Figura 3 – Produção (mil toneladas) e área de produção (mil hectares) das principais culturas hortícolas em Portugal no ano 2015 (INE (2016)).

A produção de alface está maioritariamente concentrada no litoral do país. A maior região produtora é o Ribatejo e a região Oeste do país, incluindo a zona norte de Lisboa. No entanto, outro foco bastante importante a nível de produção de alface é a região de Entre Douro e Minho, mais concretamente o concelho da Póvoa de Varzim. Na região da Póvoa de Varzim, a área dedicada a esta cultura está estimada em 1000 hectares por ano (Portugal Fresh, 2013).

Os dados do INE relativos a 2015, indicam que Portugal tem uma produção de 56 910 toneladas de alface para uma área total de produção de 2 149 hectares. No entanto, analisando os dados dos últimos cinco anos para a área de produção de alface no território português, é possível notar que esta mesma área de produção tem vindo a diminuir (Figura 4). Esta diminuição pode ser explicada não só pela preferência dos produtores por plantações de culturas mais rentáveis, como o tomate, como pela grande melhoria nas técnicas de produção, que permitem uma melhor utilização e rentabilidade de uma dada porção de solo.

Por outro lado, a produção de alface no território português atingiu um pico máximo no ano 2011, verificando-se um decréscimo logo no ano seguinte. Desde o ano de 2012 que a produção desta hortícola se mantém relativamente inalterada (Figura 4).

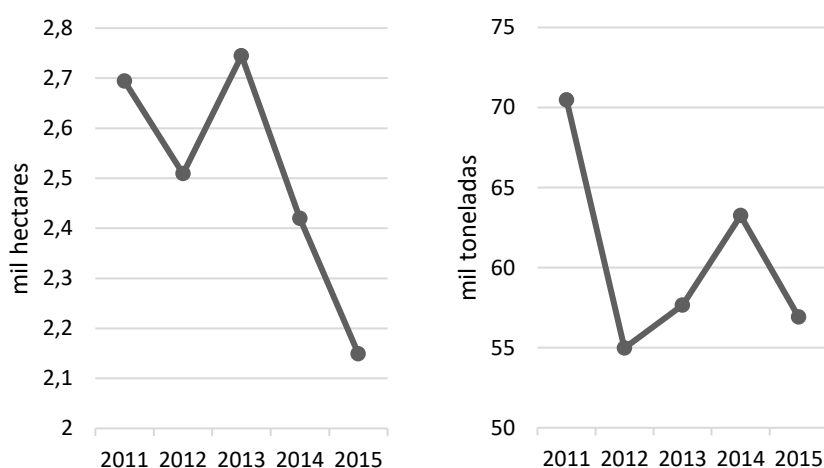


Figura 4 – Área de produção (mil hectares) e produção (mil toneladas) de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2015 (INE (2016)).

Por outro lado, e quando olhamos exclusivamente para a produtividade desta hortícola, podemos realçar que, após uma tendência de decréscimo do número de toneladas produzidas por hectare até 2013, esta tendência reverte-se nos anos seguintes, apresentando uma recuperação nos valores de produtividade, e pequenas evidências de crescimento do ano 2014 para o ano 2015 (Figura 5). Este aumento notório na produtividade da alface pode ser explicado pela melhoria da tecnologia de produção. Nos últimos anos já são utilizadas técnicas como a plantação mecânica, a preparação do terreno com rolo, a deservagem e a aplicação de pesticidas com sistemas de pulverização automática (Portugal Fresh, 2013) que permitem produzir uma maior quantidade de hortícolas numa dada porção de terreno.

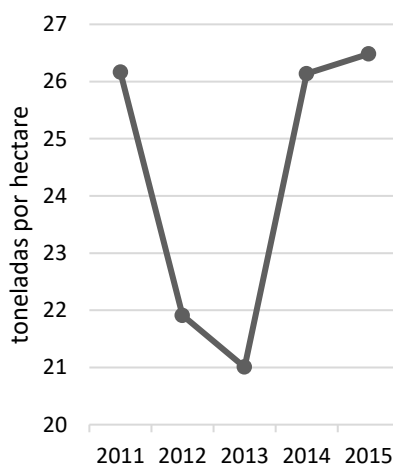


Figura 5 - Produtividade (toneladas por hectare) de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2015 (INE (2016)).

Embora a produção seja estável, Portugal continua a importar alface para o seu território, atingindo em média cerca de 4 milhões de euros por ano. Os países fornecedores são maioritariamente Espanha, seguida pela França e Itália. No entanto, o volume de importações é inferior ao volume de exportações, sendo que Portugal exporta maioritariamente para países como Espanha, França e Reino Unido (INE, 2016).

De 2011 a 2014, Portugal exportou cerca de 9% do volume total de alfaces produzidas. Ainda assim, o volume de exportações sofre fortes variações consoante as condições climáticas na Europa e, desde o ano de 2012 que se verifica um forte decréscimo na quantidade de produto que é enviada para países estrangeiros (Figura 6). Do ano de 2012 até ao ano de 2014, Portugal sofreu uma redução de cerca de 22% no volume de alfaces exportadas. Ao contrário do que seria espetável, a redução da exportação não se verifica a nível económico, sendo que, em média, é obtida uma receita de 9 milhões de euros na expedição da hortícola para o estrangeiro. Assim, apesar do decréscimo do volume exportado desde o ano de 2012, o valor obtido no negócio mantém-se praticamente inalterado (Figura 7). Sendo as trocas comerciais internacionais de alface sejam relativamente reduzidas em volume, a balança comercial permanece positiva, principalmente no valor em euros obtido.

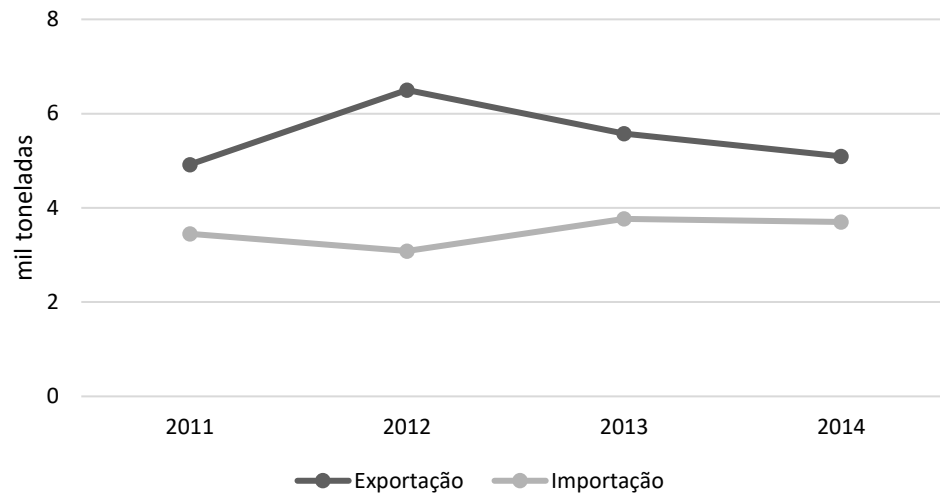


Figura 6 – Volume (mil toneladas) de exportação e importação de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2014 (INE (2016)).

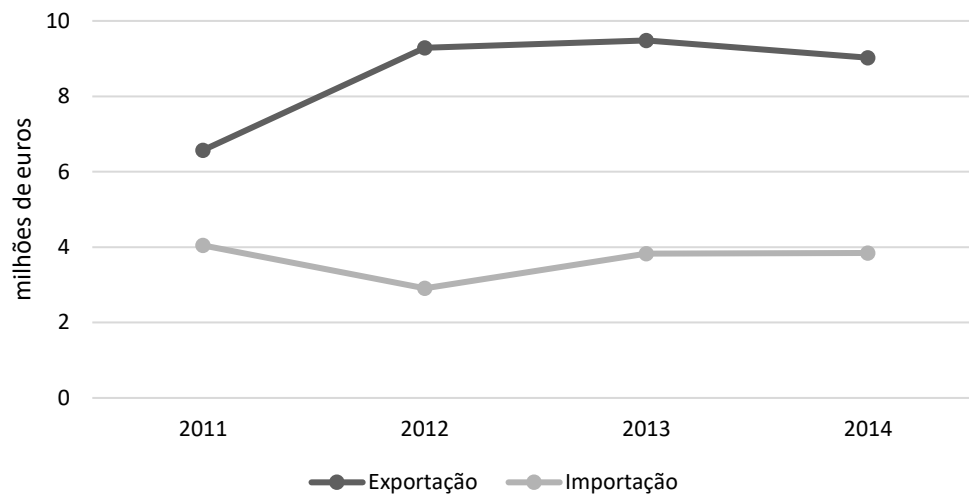


Figura 7 - Valor (milhões de euros) da exportação e importação de alface em Portugal nos anos de 2011 a 2014 (INE (2016)).

2.3 Origem e fundamentos da produção hidropónica e cultivo de alface em hidroponia

2.3.1 Origem e fundamentos da produção hidropónica

Uma nova estratégia de produção que pode ter uma grande repercussão na qualidade e na durabilidade do produto fresco que chega ao consumidor, é a produção hidropónica.

O termo hidroponia resulta da combinação de duas palavras gregas, *hydro* que significa água e *ponos* que significa trabalho ou cultivo. Este termo surgiu pela primeira vez em 1937 por W. F. Gericke num artigo da revista científica *Science* (Gericke, 1937), no entanto o cultivo de plantas em água já tinha começado a ser praticado séculos antes. Exemplo disso são os antigos Jardins Suspensos da Babilónia e os Jardins Flutuantes dos Aztecas no México (Jones Jr., 2006).

W. F. Gericke começou a produzir culturas hidropónicas em 1920 e sugeriu, então, que o cultivo de plantas não estaria necessariamente associado ao solo, mas que determinadas culturas poderiam ser cultivadas apenas com o fornecimento de uma solução nutritiva que não é mais do que água enriquecida com elementos essenciais para o crescimento da planta em questão (Jones Jr., 2006; Roberto, 2003).

Na verdade, a hidroponia faz parte de um tipo de cultivo específico, o cultivo sem solo. No cultivo de plantas sem solo podemos distinguir dois grandes tipos de cultivo: o cultivo em substrato e o cultivo hidropónico. No primeiro, as plantas crescem em substratos que constituem um suporte físico para as raízes. Estes mesmo substratos podem ser de origem orgânica ou mineral e são escolhidos de acordo com o tipo de planta a cultivar e de acordo com as características físicas, químicas, biológicas e/ou económicas dos substratos existentes (Jones Jr., 2006).

Por outro lado, o cultivo hidropónico propriamente dito, não contempla a utilização de substrato. As plantas crescem em meios aquosos enriquecidos com os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (Roberto, 2003).

Dentro do cultivo hidropónico, são três os principais tipos de cultivos praticados: em filme (NFT – *nutrient film technique*), em sistema flutuante (FHS – *floating hydroponic system*) ou em sistema aeropónico. Os diferentes tipos de cultivo sem solo e as suas respetivas variações estão esquematizadas na Figura 8. Os diferentes tipos de cultivo hidropónico são abordados em mais detalhe nos pontos seguintes. A técnica NFT é abordada no subcapítulo 2.3.2.

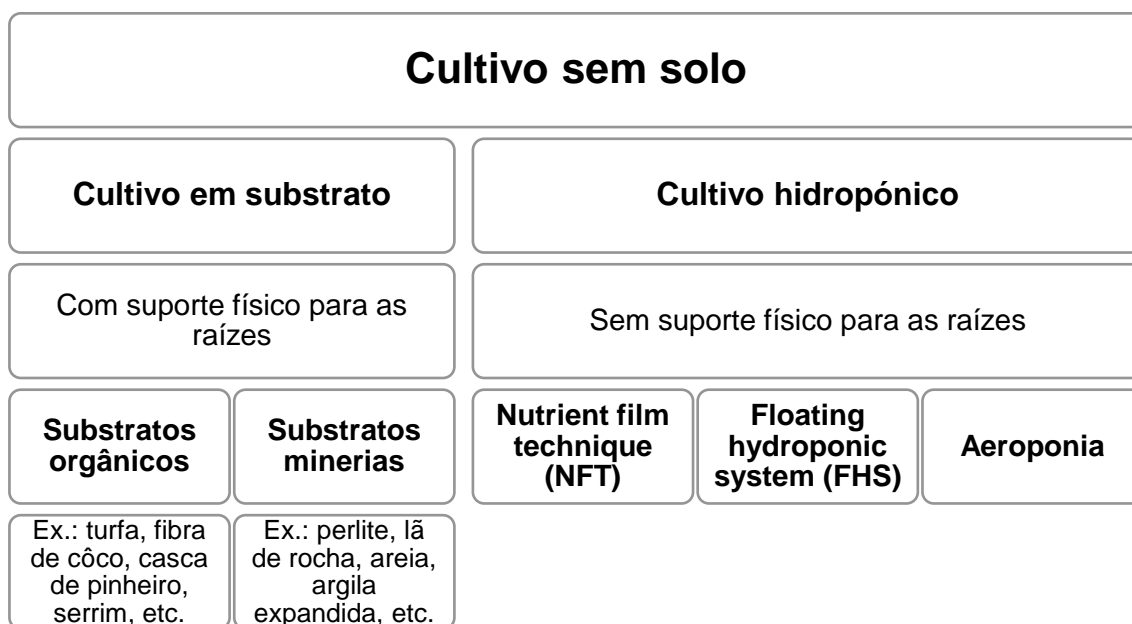


Figura 8 – Diferentes tipos de cultivo sem solo e as suas respetivas variações.

Ao longo dos anos, vários estudos sobre o cultivo de plantas em água ou em substrato foram conduzidos para que se estabelecesse uma lista dos elementos essenciais necessários para o normal e correto crescimento das plantas. Atualmente, consideram-se dezasseis os elementos essenciais (Kirkby, 2005):

- Carbono;
- Hidrogénio;
- Oxigénio;
- Azoto;
- Enxofre;
- Fósforo;
- Potássio;
- Cálcio;
- Magnésio;
- Ferro;
- Manganês;
- Zinco;
- Cobre;
- Boro;
- Molibdénio;
- Níquel.

Cerca de 96% das necessidades nutritivas das plantas advêm do carbono, hidrogénio e oxigénio, que são inteiramente obtidos através do ar envolvente. Os restantes elementos, em condições normais, são obtidos pelo solo (Varennnes, 2006). Uma vez que as raízes das plantas absorvem os elementos nutritivos em forma de iões e, estes mesmo iões só existem em soluções aquosas, em sistemas de produção hidropónicos, os elementos essenciais têm que ser fornecidos às plantas através de uma solução nutritiva especialmente formulada.

2.3.1.1 Técnica FHS (*Floating hydroponic system*)

A técnica FHS, *floating hydroponic system*, ou muitas vezes também chamada de técnica DWC, *deep water culture*, é o sistema de produção hidropónico mais antigo e, talvez, o mais simples. Nesta técnica as plantas a cultivar são colocadas numa plataforma flutuante que é depositada diretamente na superfície da solução aquosa nutritiva. Esta mesma solução é contida num depósito e as raízes das plantas estão total ou parcialmente imersas absorvendo diretamente os nutrientes necessários ao seu crescimento (Jones Jr., 2006). No entanto, como as raízes estão imersas, é necessário haver uma elevada oxigenação da solução nutritiva. Esta mesmo oxigenação pode ser promovida através de uma bomba de ar, ventilador ou até da recirculação periódica da solução (Roberto, 2003). Na Figura 9 é apresentado um esquema representativo da técnica FHS.

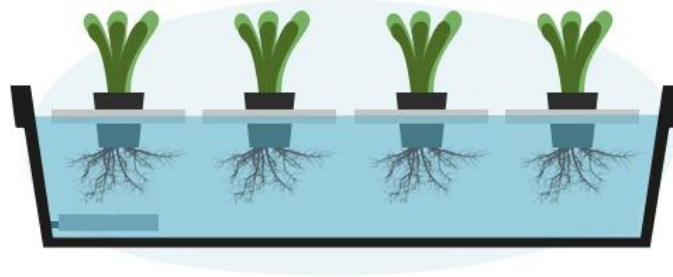


Figura 9 - Esquema representativo da técnica FHS (Fonte: Gürtler (2016)).

Algumas variações desta técnica de cultivo têm vindo a ser estudadas e praticadas. Em algumas delas, a plataforma onde são depositadas as plantas passa a ser fixa ao invés de flutuante, mas é igualmente colocada na superfície da solução nutritiva. A esta variação dá-se o nome de DFT, *deep flow technique*.

2.3.1.2 Aeroponia

Uma das mais recentes técnicas a ser utilizada no cultivo hidropónico é a aeroponia. Nesta técnica, não há suporte físico para as raízes das plantas que, geralmente, se encontram suspensas no ar. Assim, a água e os elementos essenciais ao crescimento da planta são pulverizados diretamente para as raízes (Nickols, 2002).

A grande vantagem deste tipo de cultivo é a grande oxigenação a que estão sujeitas as raízes das plantas que crescem completamente no ar (Jones Jr., 2006). Com este tipo de disposição, as plantas recebem o máximo de oxigénio possível. Este método é também bastante eficiente relativamente à solução nutritiva já que só é fornecido à planta a quantidade de solução nutritiva que ela realmente precisa e,

qualquer nutriente que não seja absorvido é recuperado para um reservatório e, posteriormente, reciclado (Roberto, 2003). Na Figura 10 é apresentado um esquema representativo do sistema de produção aeropónico.

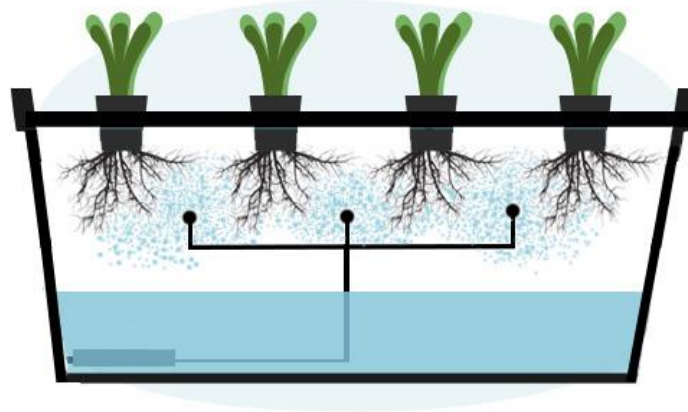


Figura 10 - Esquema representativo do sistema aeropónico.

2.3.2 Cultivo de alface em hidroponia

As alfaces são hortícolas relativamente fáceis de cultivar em hidroponia, requerendo menos habilidade da parte de quem cultiva e podendo ser cultivadas para uso comercial quer em estufa, quer ao ar livre (Morgan, 2007). Além disso, pode ser cultivada em diversos sistemas de cultura sem solo (Almeida, 2006) obtendo ótimos resultados.

2.3.2.1 Técnica NFT (*nutrient film technique*)

A técnica NFT, *nutrient film technique* ou técnica do fluxo laminar de nutrientes, é normalmente a selecionada para o cultivo de alface em hidroponia (Morgan and Lennard, 2000). Nesta técnica, as raízes das plantas são suspensas numa calha por onde passa uma solução nutritiva. A calha é suspensa com uma inclinação de cerca de 1% de modo a que a solução nutritiva introduzida na parte superior possa fluir para a parte mais inferior através da ação da gravidade a uma taxa recomendada de 1L por minuto (Jones Jr., 2006). A Figura 11 apresenta um esquema representativo da técnica NFT, mostrando a cultura na calha com a sua ligeira inclinação e o fluxo da solução nutritiva.

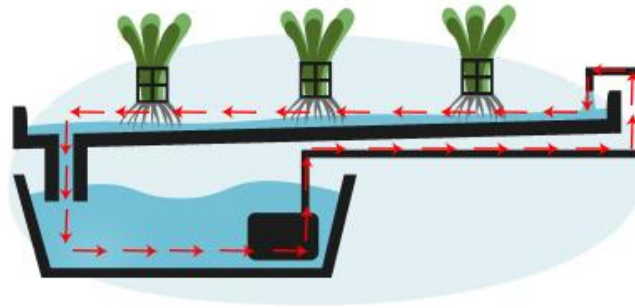


Figura 11 - Esquema representativo da técnica NFT (Fonte: Gürtler (2016)).

Os requisitos mais importantes para os materiais utilizados nas calhas da técnica NFT são a manutenção da opacidade e a resistência estrutural à radiação ultravioleta. Falhas na manutenção da opacidade podem conduzir à entrada de luz na calha e ao desenvolvimento de algas. Por outro lado, falhas a nível da resistência estrutural podem levar ao aparecimento de sulcos na calha e ao depósito da solução nutritiva, não havendo um correto fluxo dos nutrientes (Jones Jr., 2006).

São vários os materiais que podem ser usados nas calhas para NFT, como a telha, plástico, brita e o PVC. No entanto, nos últimos anos, as grandes empresas de produção hidropónica têm substituído estes materiais por perfis de polipropileno, que é um material atóxico, isento de materiais pesados e que não contamina a planta.

Normalmente, os sistemas NFT constituem sistemas fechados, ou seja, a solução nutritiva que sai por uma das extremidades da calha, é recuperada para reutilização (Jones Jr., 2006).

Em sistemas fechados, a adição de água, nutrientes, a reconstituição do pH, a filtração e esterilização, são procedimentos que têm, obrigatoriamente, que ser estabelecidos (Bugbee, 2004). Por outro lado, um sistema aberto implicaria que a solução de nutrientes fosse descartada, o que se pode tornar bastante dispendioso (Johnson, 2002).

2.3.2.2 Solução nutritiva

O sucesso em pleno e o bom desenvolvimento dos hortícolas em hidroponia depende fortemente da qualidade da solução nutritiva. A formulação da solução nutritiva, o seu uso e a sua reconstituição, caso esta seja recirculada, pode variar consideravelmente. Morgan (2000) fornece detalhes cruciais no que toca à plantação de hortícolas verdes para saladas em regime de hidroponia relativamente aos elementos necessários na solução nutritiva e a sua margem de concentrações. Estes valores estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Gama de concentrações para os elementos necessários para uma solução nutritiva standart.

Elemento	Concentração, mg/L, ppm
Azoto (N)	100 a 200
Fósforo (P)	15 a 90
Potássio (K)	80 a 350
Cálcio (Ca)	122 a 220
Magnésio (Mg)	26 a 96
Boro (B)	0.14 a 1.5
Cobre (Cu)	0.07 a 0.1
Ferro (Fe)	4 a 10
Manganês (Mn)	0.5 a 1
Molibdénio (Mo)	0.05 a 0.06
Zinco (Zn)	0.5 a 2.5

Adaptado de **Morgan (2000)**

Uma vez que é da solução nutritiva que a planta retira todos os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, há alguns cuidados que devem ser tomados em relação à manutenção da sua qualidade e estabilidade.

Usualmente, a solução nutritiva é monitorizada por medições periódicas da sua condutividade elétrica que determina os momentos apropriados para fazer ajustes na sua composição. Uma vez que a solução nutritiva é constituída por iões, o controle da condutividade elétrica indica a quantidade de nutrientes existentes na solução. Quanto maior for a quantidade de iões presente na solução, maior será a sua condutividade elétrica (Jones Jr., 2006). Esta medição indica, também, os momentos em que é necessário ervaziar a solução nutritiva e fazer reentrar uma nova solução.

Os valores ótimos de condutividade elétrica variam consoante a planta que se está a cultivar e consoante os elementos adicionados à solução nutritiva. De forma geral, pode dizer-se que os valores ideais de condutividade elétrica podem variar entre 1.5 a 3.5 milisiemens/cm (Jones Jr., 2006).

No entanto, não só a condutividade elétrica é importante para manter a qualidade da solução nutritiva. O pH, fator que tal como a condutividade elétrica é influenciado pela concentração e tipo de iões presentes na solução, determina a disponibilidade dos iões para serem absorvidos pelo sistema radicular das plantas.

2.4 Principais processos fisiológicos responsáveis pela deterioração pós-colheita de produtos frescos

Após a colheita os produtos hortícolas deterioram-se ao longo do tempo devido a processos de origem física, química e microbiológica. Como produtos vivos que são, os produtos hortícolas são bastante perecíveis uma vez que, mesmo após a colheita, mantêm ativos os seus processos metabólicos (Gopala Rao, 2015).

O processo de degradação do produto ao longo do tempo vai depender do próprio produto em si e das técnicas de armazenamento aplicadas durante o período pós-colheita. A respiração e a transpiração são os processos fisiológicos mais importantes que afetam a qualidade e o tempo de armazenamento dos produtos hortícolas (Thompson, 2010).

2.4.1 Respiração

A respiração é o catabolismo oxidativo de materiais orgânicos, como hidratos de carbono, lípidos ou ácidos orgânicos, que são reduzidos a moléculas mais simples como a água (H₂O) e o dióxido de carbono (CO₂), com libertação de energia através de várias reações enzimáticas (DeEll et al., 2003; Gopala Rao, 2015).

Na presença de oxigénio, uma maior quantidade de energia é produzida, classificando-se a respiração como um processo aeróbio (Gopala Rao, 2015). Se o substrato usado for um açúcar, mais propriamente uma hexose, o processo de respiração pode ser simplificado descrito pela seguinte equação química (Lee et al., 1991):



Apesar da aparente simplicidade, a respiração aeróbia é um processo complexo que compreende várias reações enzimáticas que podem ser divididas em três grandes etapas (DeEll et al., 2003):

1. Glicólise;
2. Ciclo de *Krebs*;
3. Fosforilação oxidativa.

A água que é produzida permanece no tecido vegetal, mas o CO₂ que é libertado, contribui em parte para a perda de massa do produto. Uma perda de massa de cerca de 3-5% pode estar associada com o processo de respiração (Gopala Rao, 2015).

A taxa de respiração de um produto pode ser definida como a quantidade de CO₂ produzida por unidade de tempo e de massa, isto é, mg CO₂/kg/h, ou alternativamente, como a quantidade de O₂ consumida por unidade de tempo, mg O₂/kg/h (Gopala Rao, 2015).

A alface tem uma taxa de respiração relativamente alta quando comparada com outros produtos hortícolas. A 10°C a taxa de respiração da alface pode variar entre os 40 e os 70 mg CO₂ kg/h (Gopala Rao, 2015). Na Tabela 6 são apresentados os valores de taxas de respiração de alguns produtos hortícolas e a respetiva classificação segundo a intensidade dessa mesma taxa.

Tabela 6 - Classificação de produtos hortícolas segundo a intensidade da sua taxa de respiração.

Intensidade	Taxa de respiração a 10°C mg CO ₂ kg/h	Produtos hortícolas
Muito baixa	Inferior a 10	Cebola
Baixa	10-20	Repolho, pepino, melão, tomate, nabo
Moderada	20-40	Cenoura, aipo, pepino, pimenta, ruibarbo
Alta	40-70	Espargos, beringela, funcho, alface , rabanete
Muito alta	70-100	Couve de Bruxelas, cogumelo, espinafre
Extramente alta	Superior a 100	Brócolos, ervilhas, milho doce

Adaptado de **Gopala Rao (2015)**

Através da medição do quociente entre a quantidade de CO₂ produzido e a quantidade de O₂ consumido na respiração, definido como o quociente respiratório (QR), é possível avaliar a natureza do processo respiratório. Na respiração aeróbia, o QR varia entre 0.7 e 1.3, dependendo dos substratos que são oxidados: para hidratos de carbono, QR=1; para lípidos ou proteínas, QR<1; para ácidos orgânicos, QR>1 (Gopala Rao, 2015; Kader and Saltveit, 2003).

Para o processo de respiração aeróbia continuar após a colheita dos produtos, é necessário garantir-se os níveis adequados de O₂. Em casos de ausência ou de níveis insuficientes de O₂, as células passam a realizar respiração anaeróbia. Nestes casos, a fosforilação oxidativa, isto é, o ciclo de *Krebs* e o transporte de hidrogénio, não ocorre, resultando na formação e acumulação de etanol, acetaldeído e CO₂ (Fonseca et al., 2002; Gopala Rao, 2015; Kader and Saltveit, 2003).

A associação entre a taxa de respiração e as alterações na qualidade pós-colheita e o tempo de vida do produto já foi amplamente estudado e está largamente retratado na literatura.

No processo de respiração, as células utilizam substratos, conduzindo à sua exaustão e fornecendo energia para a continuação dos processos metabólicos que levam à degradação do produto. Assim sendo, a taxa de respiração é um ótimo índice para a determinação do tempo de vida útil de produtos hortícolas: quanto maior for a taxa de respiração de um dado produto, menor será o seu tempo de prateleira (Brash et al., 1995; Kader and Saltveit, 2003).

2.4.1.1 Fatores internos que afetam a taxa de respiração

Vários fatores intrínsecos podem ter efeito na taxa de respiração de um dado produto. Os produtos hortícolas são bastante diversificados, com diferentes estruturas e órgãos. Consequentemente, a taxa de respiração varia de produto para produto (Wills et al., 1998). Além disso, tecidos vegetais mais jovens ou imaturos (no caso dos frutos) têm tendência a ter taxas de respiração mais elevadas. Contrariamente, órgãos como bolbos e tubérculos, são conhecidos por terem baixos valores de taxas de respiração (Kader and Saltveit, 2003). Adicionalmente, o mesmo produto pode sofrer grandes variações na taxa de respiração devido ao tipo de cultivar e a diferenças varietais (Seljåsen, 2001; Varoquaux et al., 1996).

2.4.1.2 Fatores externos que afetam a taxa de respiração

A temperatura é o fator ambiental que mais afeta a respiração de produtos frescos (Wills et al., 1998). Dentro da gama de temperatura geralmente encontrada em cadeias de distribuição e comercialização (4-30°C), a respiração aumenta entre 2 a 3 vezes por cada aumento de temperatura de 10°C (Varoquaux and Ozdemir, 2005; Zagory and Kader, 1988). No entanto, em alguns casos essas diferenças podem ser bastante maiores. No caso dos produtos frescos, pode haver um aumento na taxa de respiração de 3 a 8 vezes por cada aumento de temperatura de 10°C (Watada and Qi, 1999). Para temperaturas acima dos 40-50°C, a respiração diminui linearmente com a temperatura devido à desnaturação das enzimas envolvidas no processo respiratório (Gopala Rao, 2015; Maguire et al., 2004).

A taxa de respiração é também afetada pela quantidade de oxigénio e dióxido de carbono presente na atmosfera envolvente do produto (Varoquaux and Ozdemir,

2005). Uma vez que a respiração envolve a utilização de oxigénio, um decréscimo da quantidade de O_2 no ambiente envolvente é capaz de manter o metabolismo aeróbio respiratório baixo (Kader, 2002).

No entanto, a forma como a quantidade de CO_2 presente na atmosfera influencia a taxa de respiração é bastante menos clara. De facto, dependendo do produto em questão, da concentração e do tempo de exposição, o CO_2 pode reduzir ou aumentar a taxa de respiração, ou até não ter qualquer efeito. No caso da alface, Mathooko (1996) reporta que o CO_2 não tem qualquer efeito na sua taxa de respiração.

2.4.2 Transpiração

A transpiração é o processo pelo qual os produtos hortofrutícolas perdem parte do seu conteúdo em água (Gopala Rao, 2015). A água tem um papel vital na fisiologia dos produtos agrícolas, quer no seu período de crescimento, quer no período pós-colheita (Wills et al., 1998).

Durante o crescimento, as plantas absorvem e perdem água continuamente. A maioria da água perdida pela planta evapora da folha à medida que o CO_2 necessário à fotossíntese é absorvido da atmosfera (Taiz and Zeiger, 2002).

Nos produtos hortícolas, a maioria da água perdida é evaporada pela superfície foliar. O sistema dérmico dos produtos frescos constitui uma barreira protetora e é capaz de governar e regular a perda de água. Na Figura 12 é apresentado um esquema do sistema dérmico foliar e dos seus constituintes.

O movimento de água, por intermédio da planta, desde o solo até a atmosfera, envolve diferentes mecanismos de transporte. Uma vez chegada à folha, a água movimenta-se para fora da folha através de movimentos de difusão. A cutícula que cobre a superfície foliar é uma barreira muito efetiva ao movimento de água. Estima-se que apenas cerca de 5% da água perdida pelas folhas sai pela cutícula. Quase toda a água é perdida por difusão de vapor de água pelos poros dos estomas (Taiz and Zeiger, 2002).

Após a colheita, todos os produtos hortícolas continuam a perder água, mas esta deixa de ser reposta já que deixa de ser absorvida pelo sistema radicular. Assim, o equilíbrio hídrico é perdido.

A força motriz para a perda de água pela transpiração é a diferença entre o valor da pressão do vapor de água do produto, e o valor da pressão do vapor de água do

ambiente envolvente. Enquanto estão no seu estado fresco, os produtos apresentam uma pressão de vapor de água relativamente alta comparativamente ao ambiente, facto que provoca o movimento e a perda de água por parte dos produtos (Sastry, 1985).

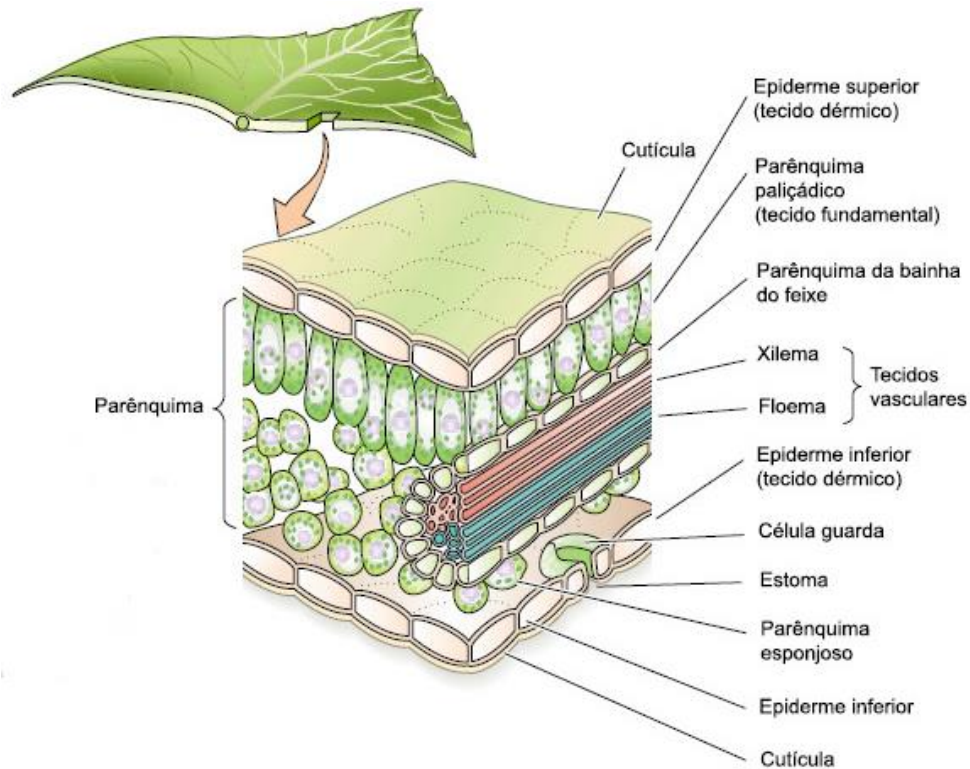


Figura 12 – Esquema representativo do sistema dérmico foliar (Adaptado de Taiz and Zeiger (2002)).

A perda de água através da transpiração é um dos fatores que mais afeta a deterioração fisiológica e comercial dos produtos frescos. Se a transpiração dos produtos frescos não for retardada, esta vai induzir a murchidão, o encolhimento e a perda de firmeza e suculência do produto, conduzindo à deterioração total da sua aparência, textura e sabor (Gopala Rao, 2015).

A perda de água pode causar uma série de sinais típicos de degradação. Por exemplo, em hortícolas verdes, a perda de água pode provocar alterações semelhantes às da degradação senescente, incluindo a perda de integridade das membranas, a perda do conteúdo celular e a degradação da cor (Ben-Yehoshua and Rodov, 2003). Por outro lado, a perda de água que consequentemente leva à perda de massa, pode causar uma perda bastante significativa de aroma e sabor, podendo levar à rejeição dos consumidores. Este facto é bastante relevante para a alface (Aguero et al., 2010).

Adicionalmente, há também uma relação entre a perda do conteúdo nutricional com a perda de água, como é o caso da perda de teor em ácido ascórbico nos morangos (Nunes and Emond, 2007). A resistência à invasão de agentes patogénicos é também

afetada pela perda de humidade devido à perda de integridade das membranas e às alterações na estrutura da célula (Van Den Berg, 1987).

Juntamente com todas estas alterações, a transpiração induz o stress hídrico, processo que acelera a senescência de todos os produtos hortofrutícolas (Gopala Rao, 2015).

2.4.2.1 Fatores internos que afetam a taxa de transpiração

A transpiração é um processo que depende intimamente de fatores intrínsecos do produto em questão. Além da própria morfologia, a estrutura e o tipo de revestimento externo do produto hortícola também tem um grande efeito sobre a perda de água sofrida. O tamanho, a forma e a área superficial do hortícola, estão entre os fatores que mais afetam a taxa de transpiração.

A perda de água é afetada pela relação entre a área superficial do produto e o seu volume, ou pela relação entre a área superficial e a sua massa (Ben-Yehoshua, 1987; Carlos Díaz-Pérez, 1998; Van Den Berg, 1987). Segundo Gopala Rao (2015), a relação superfície/volume pode variar da seguinte forma:

- 50-100 cm² mL⁻¹ para folhas edíveis individuais;
- 5-10 cm² mL⁻¹ para frutos de pequeno porte (ex.: groselhas);
- 2-5 cm² mL⁻¹ para frutos de médio/grande porte (ex.: morango);
- 0.5-1.5 cm² mL⁻¹ para tubérculos, citrinos, bananas e cebolas;
- 0.2-0.5 cm² mL⁻¹ para repolhos.

Como já foi anteriormente referido, os hortícolas folhosos, como é o caso da alface, estão bastante sujeitos à elevada perda de água por transpiração devido à grande área de superfície das folhas que está em contacto permanente com o ar envolvente (Agüero et al., 2011). Assim sendo, tendo os outros fatores a variar de igual forma, uma folhosa perde água mais rapidamente do que, por exemplo, um fruto.

É também de salientar que, qualquer dano mecânico ou lesão que seja provocada ao produto, irá acelerar a taxa de transpiração desse mesmo produto (Gopala Rao, 2015).

2.4.2.2 Fatores externos que afetam a taxa de transpiração

Para um produto específico, a taxa de água que é perdida no período pós-colheita, é dependente das condições em que esse mesmo produto está armazenado.

A humidade relativa (RH), expressa em %, pode ser definida como proporção de vapor de água presente no ar, relativamente à quantidade máxima de vapor de água que pode estar presente à mesma temperatura e pressão atmosférica. A humidade relativa juntamente com a temperatura, são os dois fatores ambientes que mais fortemente influenciam a taxa de transpiração de um produto (Kader, 2002).

Regra geral, é assumido que a atmosfera interna dos produtos hortícolas está saturada devido à grande quantidade de água presente no interior das células. Se a pressão do vapor de água da atmosfera envolvente não for igual à pressão no produto, a água das células irá evaporar-se da superfície (Shamaila, 2005).

Por outro lado, qualquer aumento na temperatura durante o armazenamento irá, consequentemente, aumentar a taxa de transpiração de qualquer produto hortícola, mesmo nos casos onde a humidade absoluta do ar é constante. Este facto é provocado pelo aumento da energia livre das moléculas de água devido ao aumento da temperatura que aumenta também o seu potencial de movimento (Ben-Yehoshua and Rodov, 2003).

2.5 Principais alterações na qualidade pós-colheita da alface

O consumo de produtos frescos encontra diversos obstáculos relativamente à manutenção da qualidade durante o armazenamento (Paull, 1999). O tempo de prateleira e a própria qualidade da alface depende, não só do tipo de cultivar (López-Gálvez et al., 1996), como das técnicas de cultivo (Fonseca, 2006), da temperatura e da humidade relativa a que é sujeito o produto (Moreira et al., 2006; Paull, 1999) e dos tratamentos pós-colheita praticadas (Rodríguez-Hidalgo et al., 2010).

Geralmente, a alface tem um período de vida útil bastante curto e pode ser armazenada a uma temperatura de 0°C e a uma humidade relativa de 95% durante cerca de 15 dias (Agüero et al., 2011; Agüero et al., 2014).

No entanto, estender o armazenamento a temperaturas e/ou humidades relativas inadequadas pode conduzir a uma perda de massa excessiva, perda oxidativa de clorofila e vitamina C, assim como um aumento da probabilidade de deterioração microbológica (Agüero et al., 2011; Agüero et al., 2014; Moreira et al., 2006). Todos os processos são acelerados quanto maior for a temperatura e quanto menor for a humidade relativa a que estão sujeitos os produtos (Kotsiras et al., 2016).

Os principais atributos da alface são a cor e a turgidez das folhas (Almeida, 2006). A deterioração pós-colheita da alface pode então manifestar-se através de processos como o amarelecimento e/ou acastanhamento da cor verde, degradação da textura (turgidez) e do sabor, atividade enzimática e deterioração microbológica (Atkinson et al., 2013; Ragaert et al., 2007).

A alface é um produto bastante perecível, com taxas de respiração elevadas e bastante sensível ao etileno e à perda de água. No seu armazenamento pós-colheita, deve evitar-se a exposição ao etileno já que este acelera a senescência. Após colhidas, as alfaces devem ser de imediato arrefecidas ou a durabilidade será fortemente comprometida. Na Tabela 7 são apresentadas as condições de armazenamento recomendadas para a alface. Adicionalmente, um resumo das informações sobre a fisiologia pós-colheita da alface está apresentado na Tabela 8.

Tabela 7 – Condições de armazenamento recomendadas para a alface.

Condições de armazenamento	
Temperatura (°C)	0-1
Humidade relativa (%)	98-100
Duração média do armazenamento	2-3 semanas

Adaptado de Almeida (2006)

Tabela 8 – Características fisiológicas pós-colheita da alface.

Parâmetros	Alfaces de repolho	Alface romana
Suscetível a danos causados pelo frio	Não	Não
Temperatura de congelação (°C)	-0.2	-0.2
Taxa de respiração (mg CO ₂ .kg ⁻¹ .h ⁻¹)		
0°C	6-17	19-27
5°C	13-20	24-35
10°C	21-40	32-46
15°C	32-45	51-74
20°C	51-60	82-120
25°C	73-91	120-173
Classe de intensidade respiratória	Moderada	Elevada
Percibilidade relativa	Elevada	Elevada
Taxa de produção de etileno a 20°C (µL.kg ⁻¹ .h ⁻¹)	<0.1 (Muito baixa)	<0.2 (Muito baixa)
Sensibilidade ao etileno	Elevada	Elevada

Adaptado de Almeida (2006)

2.5.1 Alterações na cor

Para que a energia da luz possa ser utilizada na realização da fotossíntese, esta tem, primeiramente, de ser absorvida por moléculas fotorreceptoras: os pigmentos fotossintéticos. Estes pigmentos estão localizados nos cloroplastos, mais especificamente na membrana dos tilacóides (Taiz and Zeiger, 2003).

Embora se possam encontrar outros tecidos e órgãos clorofílicos como caules e frutos, a maior parte dos cloroplastos está localizado em células das folhas, as quais podem conter mais de 50 cloroplastos (Taiz and Zeiger, 2003).

As clorofilas são os pigmentos fotossintéticos mais importantes e até à data foram identificados oito tipos. As clorofilas a e b são as mais abundantes e são as responsáveis pela cor verde característica das plantas. Os carotenoides são pigmentos amarelados, cuja coloração nas folhas é normalmente mascarada pela presença de clorofila (Francis, 2002).

A cor é um parâmetro bastante importante que define diretamente a qualidade de produtos hortícolas frescos e é crucial para a aceitação do produto pelo consumidor (Kidmose et al., 2002). A cor é comumente tida em conta como indicador de frescura, palatabilidade e de valor nutricional (Haisman and Clarke, 1975).

A cor dos produtos hortícolas pode ser conferida por quatro principais grupos de pigmentos: as clorofilas, os carotenoides, os flavonoides e as betalaínas. Na Tabela 9 estão apresentadas as cores que cada grupo de pigmentos confere aos produtos hortícolas.

Tabela 9 - Cor dos principais grupos de pigmentos naturais presentes nos produtos hortícolas.

Grupo de pigmentos	Cor
Clorofilas	Verde
Carotenoides	Amarelo, laranja, vermelho
Flavonoides	Amarelo
Betalainas	Vermelho, amarelo

Adaptado de *Kidmose et al. (2002)*

De forma geral, a alface é bastante rica em clorofila e carotenoides (Pinto et al., 2014). No entanto, o teor em pigmentos fotossintéticos pode variar consoante o tipo de cultivar (Llorach et al., 2008), já que a cor da alface pode, também, variar entre o verde, o amarelo e o vermelho em cultivares distintos.

Por outro lado, o teor em pigmentos e, consequentemente, a cor da alface, varia também consoante a localização das folhas a analisar: folhas exteriores terão uma cor mais viva e intensa relativamente a folhas interiores (Agüero et al., 2011).

Imediatamente após a colheita, a alface inicia os seus processos deteriorativos e, os pigmentos fotossintéticos começam a degradar-se (Kidmose et al., 2002). A temperatura é o fator mais influente na degradação dos pigmentos da alface, no entanto, a composição da atmosfera, a luz, a humidade e os níveis de etileno a que esta está sujeita, pode também ter uma elevada influência (Agüero et al., 2011).

Nas folhas senescentes da alface, a cor altera-se desde o verde, para o amarelo e para o castanho, momento onde se dá a degradação total dos pigmentos fotossintéticos (Kidmose et al., 2002). O acastanhamento é muitas vezes sugerido como o fator que mais limita o tempo de prateleira da alface (Heimdal et al., 1995; Tudela et al., 2013), já que é este o primeiro fator que fornece ao consumidor a percepção de degradação. A alface pode apresentar dois tipos de acastanhamento, o acastanhamento das margens ou bordas do produto (*edge browning*), ou o aparecimento de manchas avermelhadas (*russet spotting*) (Lopez-Galvez, 1996). Na Figura 13 estão apresentados dois exemplos dos dois tipos de acastanhamento da alface.

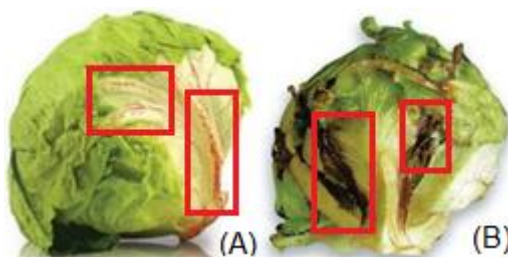


Figura 13 – Exemplo dos dois tipos de acastanhamento da alface; (A) *russet spotting*; (B) *edge browning*.

Como já foi referido anteriormente, a alface é um hortícola bastante sensível ao etileno e, durante o seu período pós-colheita, deve evitar-se a sua exposição a esta hormona. O etileno é conhecido por acelerar a senescência e provocar o acastanhamento, prejudicando gravemente a qualidade (Almeida, 2006). Além disso, sabe-se ainda que a ação do etileno provoca a perda de clorofilas, tendo até já sido usado para promover o branqueamento em aipo (*Apium graveolens L.*) em 1924 (Thimann, 1980).

O acastanhamento da alface pode também surgir em resposta a concentrações de CO₂ superiores a 2%. Sob condições de baixa concentração de O₂ (inferior a 10% em alguns cultivares), especialmente se a temperatura de armazenamento for relativamente elevada, pode desenvolver-se uma coloração rosada nas nervuras da alface (Almeida, 2006).

2.5.2 Alterações na textura

Para o consumidor, um determinado produto que consiga manter a sua textura firme e túrgida por um período de tempo considerável, é altamente desejado já que os consumidores associam estas características com a frescura e qualidade dos produtos frescos (Fillion and Kilcast, 2002).

Bourne (1982) definiu as propriedades texturais de um alimento como o grupo de características físicas dos alimentos em si, que são percecionados pelo sentido do tato e que estão relacionados com a sua deformação e desintegração sob a ação de uma força. Na verdade, a textura contempla uma ampla variedade de atributos e, a forma como um produto vegetal se deforma durante a mastigação, depende da contribuição das propriedades mecânicas nos diferentes níveis de estrutura e as suas respetivas interações. A hierarquia estrutural dos produtos vegetais é apresentada na Figura 14.

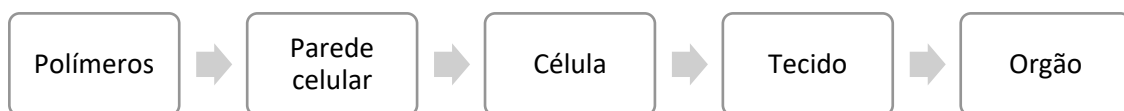


Figura 14 – Hierarquia estrutural dos produtos vegetais.

A textura dos produtos hortofrutícolas está relacionada com a estrutura e organização da parede celular (Eskin et al., 1977). Após a colheita, os produtos hortícolas sofrem alterações na sua textura maioritariamente relacionados com reações enzimáticas provocadas pelo *stress* da colheita (Rico et al., 2007). A degradação

enzimática da pectina, um polissacarídeo presente na parede celular das plantas, catalisada pela pectina metil esterase (PME) e pela poligalacturonase (PG) (Van Buren, 1979), é a principal causa de origem enzimática para a ocorrência de alterações na textura dos produtos. A pectina é, primeiramente, parcialmente desmetilada pela PME e, posteriormente, despolimerizada pela PG, provocando uma grande perda de firmeza do produto (Rico et al., 2007). No entanto, a textura pode alterar-se devido a fatores de origem diferente, como a natural perda de água por evaporação, desenvolvimento vegetativo ou atividade microbiológica (Thompson, 2010).

A avaliação da textura ou da perda de textura na alface durante o período de pós-colheita é relativamente difícil devido à grande heterogeneidade deste produto hortícola: os tecidos fotossintéticos e vasculares apresentam propriedades texturais bastante distintas (Toole et al., 2000).

2.5.3 Perda de água

A perda de água e consequente perda de massa dos produtos frescos durante o armazenamento, é responsável por uma grande perda de qualidade resultante da continuidade dos processos de respiração e transpiração no período pós-colheita. Embora ambos os processos provoquem uma diminuição na massa total do produto, a transpiração é o principal processo responsável por esta alteração deteriorativa.

A água é o maior constituinte dos produtos hortícolas. De forma geral, estes produtos têm no mínimo cerca de 60% de água na sua constituição e muitos apresentam uma composição aquosa de cerca de 84 a 96% (Rodov et al., 2010; Shamaila, 2005). Quanto maior for a quantidade de água presente no produto, menor é a quantidade de água que lhe é permitido perder (Ben-Yehoshua and Rodov, 2003). Na alface, como já foi descrito anteriormente, o conteúdo em água ronda os 94 a 96% da sua total composição (Institute of Medicine, 2004), sendo-lhe permitido perder uma quantidade bastante pequena de água para manter a sua qualidade.

Após a colheita, um produto só mantém o seu aspeto fresco enquanto conseguir reter água. A maior parte dos hortícolas perde a sua frescura aparente e começa a apresentar sinais de degradação quando a perda de água é de 3 a 10% em relação ao seu valor inicial (Robinson et al., 1975).

A perda de massa através da perda de água provoca uma degradação na aparência da alface, que fica murcha e enrugada, uma degradação na textura através da perda de firmeza e turgidez, e uma degradação na qualidade nutricional (Kader,

2002). Para hortícolas folhosos, como é o caso da alface, o processo de transpiração foliar é particularmente crítico devido à larga superfície pela qual a água pode ser perdida (Agüero et al., 2011).

2.5.4 Deterioração microbiológica

Os microrganismos são contaminantes naturais dos produtos frescos e podem surgir de um grande número de fontes afetando fortemente a qualidade e a durabilidade dos produtos após a colheita (Rico et al., 2007).

O solo, ambiente natural dos hortícolas, é um meio não estéril, que pode transmitir microrganismos contaminantes para os alimentos. No entanto, o risco de contaminação microbiológica não está unicamente associado ao período antes e/ou durante a colheita. Esta pode também ocorrer após a colheita, durante o transporte, manipulação, distribuição e comercialização (Ölmez and Kretzschmar, 2009).

Os produtos hortícolas são maioritariamente constituídos por água. No entanto, o teor em água por si só não é suficiente para prever a estabilidade de um alimento. Alguns produtos são instáveis a baixos teores de água (ex.: óleo de amendoim), enquanto que outros são bastante estáveis a teores de água relativamente altos (ex.: amido de batata). É a disponibilidade da água (atividade da água) para o desenvolvimento de microrganismos, atividade enzimática e química que determina a vida útil de um alimento (Kilcast and Subramaniam, 2000).

Regra geral, no caso dos hortícolas, a grande quantidade de água presente na sua constituição, traduz-se numa atividade da água bastante elevada (>0.99) (Ragaert et al., 2007) tornando-os num veículo para o desenvolvimento microbiano. Além disso, o valor do pH intracelular é também uma propriedade deste tipo de produtos que potencia o crescimento de microrganismos. Em condições normais, a camada externa dos hortícolas constitui uma superfície hidrofóbica que se encarrega de ser uma barreira natural para a entrada de microrganismos. No entanto, esta mesma superfície quando é sujeita a fatores de *stress*, como a colheita, torna-se vulnerável e diminuta na sua ação (Ragaert et al., 2007). Adicionalmente, como os hortícolas verdes são normalmente consumidos crus, como é o caso da alface, eles podem constituir um veículo de transmissão de microrganismos patogénicos e/ou toxinas que estão associadas a doenças alimentares (Gomes Neto et al., 2012). Normalmente estas doenças são causadas por bactérias como *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Staphylococcus aureus* (Magkos et al., 2003) ou por parasitas

intestinais como *Giardia lamblia*, *Taenia sp.*, *Entamoeba histolytica*, *Strongyloides stercoralis* (Daryani et al., 2008).

2.6 Fatores que influenciam a escolha do consumidor

Várias publicações mencionam genericamente o termo “consumidor” como se existisse somente um único tipo ou como se os seus gostos e/ou preferências estivessem claramente definidas. De forma contrária, os perfis de consumo são específicos para cada país ou região e variam com o sexo, idade, nível de escolaridade e nível socioeconómico (Camelo, 2004). No entanto, existem também padrões de comportamento transversais que permitem prever e entender o comportamento de um consumidor comum.

Dentro do intuito do presente estudo, é importante realçar a grande tendência mundial nos últimos anos para um maior consumo de frutas e legumes devido a uma crescente preocupação por uma dieta mais equilibrada, com uma menor porção de hidratos de carbono, gorduras e óleos e com uma maior quantidade de fibras, vitaminas e minerais. Esta crescente preocupação com o bem-estar e com a saúde influencia fortemente os hábitos de consumo, levando a que o consumidor adquira mais produtos frescos.

Por outro lado, também influenciando os padrões de consumo, temos o aumento da segmentação do mercado através da expansão das formas, cores, sabores, formas de apresentação e/ou embalagem em que um dado produto é apresentado ao consumidor (Camelo, 2004).

Entre outros, o tomate é um grande exemplo da constante tentativa de inovação do mercado. Além do tomate comum redondo, podemos encontrar outros tipos diferentes como o tomate coração de boi, tomate cereja, tomate chucha, etc. No fundo, são vários os formatos, tamanhos, cores, embalagens e até processamentos disponibilizados para captar a atenção do consumidor.

Mais importante é a crescente exigência pela qualidade, quer esta seja externa ou interna e a forma como o consumidor percebe essa mesma qualidade é determinante.

A palavra qualidade vem do latim *qualitas* que significa atributo, propriedade ou natureza básica de um objeto. No entanto, hoje em dia, qualidade pode ser definida como o “grau de excelência ou superioridade” (Kader, 2002). Se aceitarmos esta definição, podemos dizer que um produto é de melhor qualidade quando é superior num, ou em vários atributos avaliados.

Os atributos sensoriais externos de produtos frescos, tais como a aparência, cor, forma, tamanho e textura, são qualidades avaliadas em primeira mão pelo consumidor antes do próprio consumo e até no momento de compra (Wismer, 2014).

Estes mesmos atributos externos são os principais componentes na decisão de compra que normalmente é tomada quando o consumidor vê o produto no posto de venda (Camelo, 2004).

Segundo um artigo da revista americana *The Packer* (1992), os fatores mais importantes na tomada de decisão de compra de produtos alimentares frescos são a aparência/condição, o sabor/flavor e a frescura/maturação. Na Figura 15 estão representados os resultados da identificação de fatores considerados importantes pelos consumidores na tomada de decisão de compra de produtos frescos.

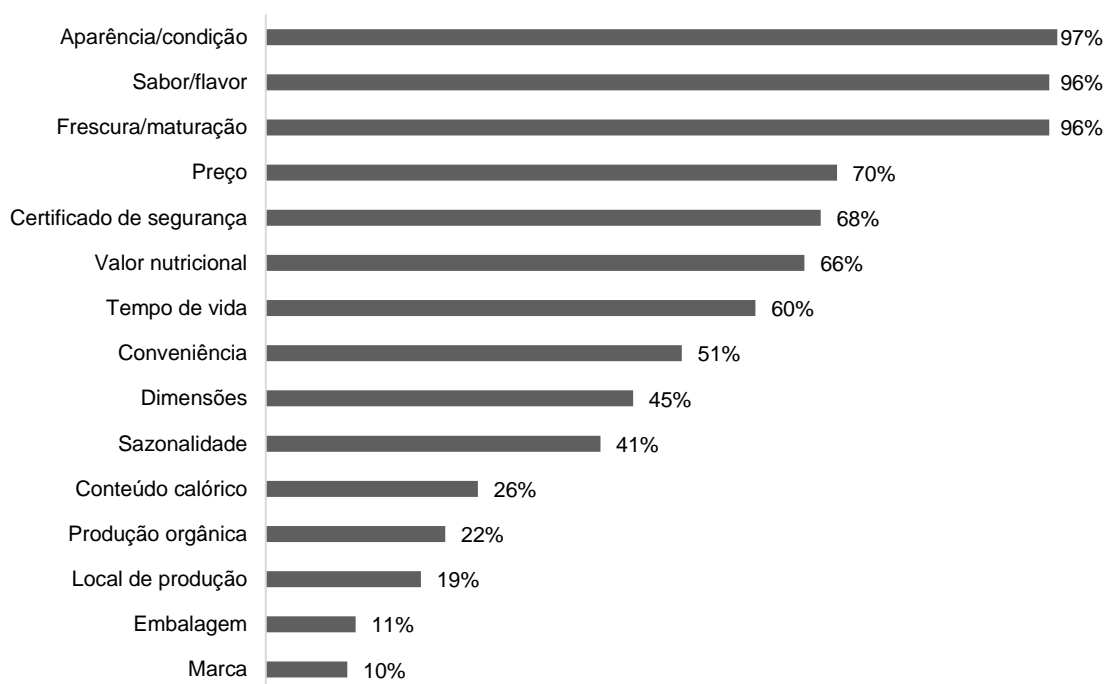


Figura 15 - Percentagem de respostas obtidas na avaliação de fatores considerados importantes na decisão de compra de produtos frescos (Dados *The Packer* (1992) Adaptado de Tronstad (1995)).

Adicionalmente, para o mesmo estudo, foi perguntado aos consumidores qual a importância que atribuíam a determinados atributos quando se tratava de escolher um produto fresco. Como seria expectável pelos resultados representados na Figura 15, a maioria dos inquiridos dão extrema importância aos mesmo três fatores (aparência/condição, ao sabor/flavor e à frescura/maturação) (Figura 16). Relativamente ao tempo de vida dos produtos, embora 39% dos inquiridos refiram que seja muito importante para a tomada de decisão de compra, este passa para papel secundário quando comparado com os outros atributos referidos anteriormente (Figura 16).

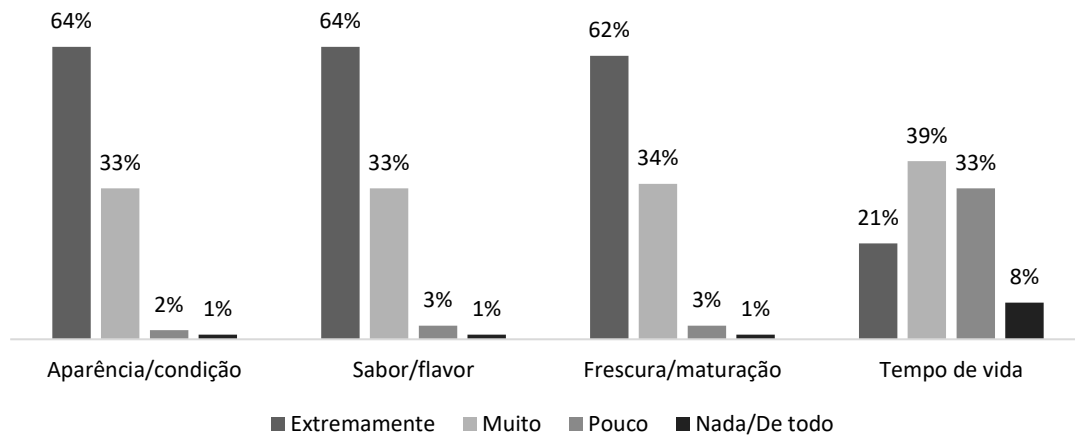


Figura 16 - Importância atribuída pelos consumidores a determinados atributos na escolha de produtos frescos (Dados The Packer (1992) Adaptado de Tronstad (1995)).

A qualidade é uma percepção complexa de vários atributos que são simultaneamente avaliados pelo consumidor de forma objetiva ou subjetiva. O cérebro processa a informação recebida pela visão, olfato e tato e compara ou associa instantaneamente com experiências passadas ou com texturas, aromas e sabores armazenados na memória (Camelo, 2004). Por exemplo, apenas olhando para a cor, o consumidor pode ser capaz de saber se o produto está maduro ou se terá bom sabor ou textura. Se a cor não for suficiente para avaliar o estado de maturação, o consumidor pode servir-se do tato para verificar a firmeza ou outras características perceptíveis.

Assim, pode dizer-se que os fatores determinantes na tomada de decisão de compra de produtos frescos são os atributos do próprio produto em si, que são percecionados pelos sentidos sensoriais e que culminam no julgamento de aceitabilidade do produto pelo consumidor (Abbott, 1999).

3 Materiais e métodos

3.1 Levantamento de dados da oferta de mercado de alface

Foi realizado um levantamento de dados considerados relevantes, da oferta de mercado para produtos contendo alface fresca. Esses mesmos dados foram recolhidos durante o mês de janeiro de 2017, em cinco grandes cadeias de distribuição no distrito do Porto, nomeadamente o Continente, Jumbo, Lidl, Mini Preço e Pingo Doce. As informações das cadeias de distribuição analisadas estão resumidas na Tabela 10.

Tabela 10 – Identificação das cadeias de distribuição analisadas para a avaliação da oferta de mercado.

Cadeia de distribuição	Morada
Continente	Lugar da Bouça do Monte, Póvoa de Varzim
Jumbo	Jumbo Online, disponível em: www.jumbo.pt
Lidl	Rua Eng.º Ezequiel de Campos, Póvoa de Varzim
Mini Preço	Rua da Estrada Nova, Amorim, Póvoa de Varzim
Pingo Doce	Lugar da Gandra, Argivai, Póvoa de Varzim

Foram considerados relevantes todos os produtos contendo alface para consumo no seu estado fresco, como é exemplo a alface vendida a granel, a alface embalada e folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas, mesmo que em embalagens de mistura de vegetais ou de mistura para saladas.

Recolheu-se informação sobre a marca, peso, preço, embalagem e validade de todos os produtos encontrados à venda. Foi também realizado um registo fotográfico sempre que possível.

3.2 Estudo da qualidade pós-colheita da alface

3.2.1 Condições de crescimento da alface, preparação das amostras e armazenamento

As alfaces utilizadas no estudo da qualidade pós-colheita foram generosamente cedidas pela empresa Hidrogood®Horticultura Moderna. Alfaces do tipo acéfala verde, foram cultivadas durante 26 dias em sistema fechado NFT, em estufa, e alimentadas com solução nutritiva HidrogoodFert®.

As alfaces foram divididas em três grupos de estudo: i) alfaces sem raiz, ii) alfaces com raiz ao ar e iii) alfaces com raiz em bolsa de água. Todas as alfaces foram

colhidas no mesmo dia, igualmente transportadas para o laboratório no mesmo dia e aleatoriamente divididas por cada grupo de estudo (10 alfaces por cada grupo).

Para o grupo das alfaces sem raiz foram cortadas as raízes com faca já no laboratório; para o grupo das alfaces com raiz em bolsa de água as raízes foram colocadas em pequenas bolsas de água, de forma a que a raiz da alface ficasse submersa. Todas as alfaces foram colocadas em sacos plásticos perfurados. Na Figura 17 são apresentados exemplos da preparação das amostras de alface de cada grupo de estudo.

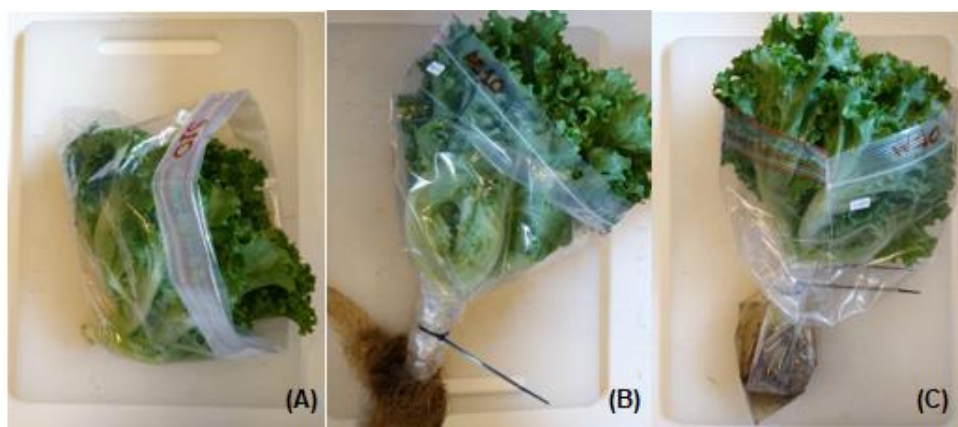


Figura 17 – Exemplos das amostras de alface de cada grupo de estudo. (A) alface sem raiz; (B) alface com raiz ao ar; (C) alface com raiz em bolsa de água.

As alfaces foram armazenadas durante 13 dias em câmara frigorífica a 5°C, sendo divididas as alfaces dos 3 grupos de forma balanceada pelas 3 prateleiras da câmara. Foram realizadas avaliações e medições instrumentais dos parâmetros de qualidade três vezes por semana (dias 0, 3, 6, 8, 10, 13) em todas as alfaces dos três grupos (medições não destrutivas).

3.2.2 Avaliação da cor e do conteúdo em clorofila

A coloração foi medida na superfície externa das folhas de alface usando um colorímetro *Chroma Meter CR-400*, *Minolta Co.*, e segundo o sistema de parâmetros - $L^* a^* b^*$ utilizando a fonte iluminante C da Comissão Internacional de l'Eclairage (CIE). Na Tabela 11 estão representadas as coordenadas do sistema de cor e a sua respetiva amplitude.

Tabela 11 – Coordenadas do sistema de cor $L^* a^* b^*$ e a sua respetiva amplitude.

L*	Luminosidade	Varia de 0 (preto) a 100 (branco)
a*	Tom	Varia entre vermelho (+a*) e verde (-a*)
b*	Saturação	Varia entre amarelo (+b*) e azul (-b*)

Adaptado de **Kotsiras et al. (2016)**

Foram realizadas cinco medições aleatórias em folhas diferentes de cada alface e os valores considerados foram as médias das medições. Foi ainda calculada a diferença total de cor (TCD) através da equação seguinte (Kotsiras et al., 2016):

$$TCD = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad \text{Eq. 2}$$

O conteúdo em clorofila foi avaliado através do índice SPAD utilizando um SPAD – 502 Plus Chlorophyll Meter, Konica Minolta Sensing, Inc. Tal como para a avaliação da cor, foram realizadas cinco medições aleatórias em folhas diferentes de cada alface e os valores considerados foram as médias das medições.

A avaliação da cor e do conteúdo em clorofila foram realizadas em todos os tempos de amostragem durante o armazenamento refrigerado e em todas as dez amostras de alface de cada grupo.

3.2.3 Avaliação da perda de massa

A perda de massa (WL) foi determinada em cada amostra segundo a metodologia de Agüero et al. (2011). Cada alface foi pesada após a colheita depois da sua chegada ao laboratório (HW) e, posteriormente, pesada depois do armazenamento refrigerado (SW) para os diferentes tempos de amostragem. A perda de massa foi calculada individualmente, através da seguinte equação:

$$WL(\%) = \left(1 - \frac{SW}{HW}\right) \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Este procedimento foi realizado em todos os tempos de amostragem durante o armazenamento refrigerado para todas as dez amostras de alface de cada grupo. A perda de massa foi calculada em percentagem, relativamente à massa inicial da amostra (dia 0).

3.2.4 Avaliação do teor em água

O teor em água (WC) foi determinado no início e no fim do armazenamento (dia 0 e dia 13). Cada amostra cada uma com cinco discos de, aproximadamente, 18 mm de alface, foi pesada (FM). As amostras foram colocadas em estufa a 75 °C durante 24 horas e pesadas novamente para ser obtido o valor de massa seca (DM). O teor em água foi calculado em percentagem através da seguinte equação:

$$WC(\%) = \frac{FM-DM}{FM} \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

Este procedimento foi realizado no dia da colheita para a amostra de alface fresca e no fim do armazenamento refrigerado para todas as dez amostras de cada grupo.

3.2.5 Avaliação da taxa de respiração

A determinação da taxa respiratória foi realizada em sistema fechado com alfaces em triplicado de cada grupo especificamente utilizadas para esta determinação. Pesaram-se as alfaces no dia 0 e colocaram-se as mesmas em câmaras respiratórias (frascos de vidro com 1,9 L). Fecharam-se os frascos com fita isolante em torno da tampa para garantir a estanquicidade do sistema e colocaram-se os mesmos frascos no armazenamento refrigerado.

Em intervalos de tempos constantes (1 hora), monitorizou-se a composição gasosa com um analisador de gases *Checkmate 9900*, *PBI Dansensor*. Este procedimento foi repetido em todos os tempos de medição, para cada grupo de alfaces em triplicado. A taxa respiratória foi estimada considerando um balanço mássico de acordo com as equações seguintes (Fonseca et al., 2002):

$$RO_2 = \frac{(y_{O_2}^i - y_{O_2}^f) \times V_f}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \quad \text{Eq. 5}$$

$$RCO_2 = \frac{(y_{CO_2}^f - y_{CO_2}^i) \times V_f}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \quad \text{Eq. 6}$$

$$V_f = V - \frac{M}{\rho} \quad \text{Eq. 7}$$

$$QR = \frac{RCO_2}{RO_2} \quad \text{Eq. 8}$$

Onde RO_2 e RCO_2 são as taxas de consumo de O_2 e CO_2 (mL/kg/h) respetivamente, $y_{O_2}^i$ e $y_{O_2}^f$ são as concentrações iniciais e finais de O_2 (% (v/v)), $y_{CO_2}^i$ e $y_{CO_2}^f$ são as concentrações iniciais e finais de CO_2 (% v/v), V_f é o volume livre dentro da câmara respiratória (mL), M é a massa total do produto (kg), t_i e t_f são os tempos iniciais e finais (h), V é o volume total do frasco ou câmara respiratória (mL), ρ é a massa volúmica (determinado experimentalmente pelo método de deslocamento de água onde se obteve o valor de 692.95 kg/m³) e QR é o quociente respiratório.

3.2.6 Avaliação da qualidade global

A qualidade global das amostras foi avaliada visualmente segundo três parâmetros (acastanhamento, emurchecimento e aparência global) numa escala de nove pontos. Em todos os tempos de amostragem durante o armazenamento refrigerado foi avaliado o acastanhamento, o emurchecimento e a aparência global de todas as amostras de alface de cada grupo, utilizando a ficha e as escalas apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Parâmetros e respetivas escalas usadas para a avaliação da qualidade global das alfaces.

Acastanhamento	Emurchecimento	Aparência global
Ausente – 1	Ausente – 1	Sem alterações – 9
Muito pouco – 3	Muito pouco – 3	Muito poucas alterações – 7
Pouco – 5	Pouco – 5	Poucas alterações – 5
Moderado – 7	Moderado – 7	Alterações moderadas – 3
Extramente intenso – 9	Muito – 9	Muitas alterações – 1

3.2.7 Análise dos dados

Para o estudo da qualidade pós-colheita, o efeito do tempo de armazenamento e as diferenças entre os grupos de estudo da alface foram avaliadas usando uma análise de variância a dois fatores (ANOVA), utilizando o software *IBM SPSS Statistics 24*. As comparações entre grupos foram feitas através do teste de *Tukey* e todos os testes foram realizados para um intervalo de confiança de 95%. As representações gráficas foram criadas com o software *Microsoft Office Excel*.

3.3 Estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo/compra de alface

Para a realização do estudo da percepção do consumidor, foi elaborado um inquérito sobre hidroponia e sobre hábitos de consumo/aquisição. Para além de se ter focado na alface, foi considerado útil também incluir perguntas sobre ervas aromáticas.

O inquérito foi aplicado em Portugal, utilizando uma amostra por conveniência de 138 indivíduos com quotas pré-determinadas para o sexo, idade e habilitações académicas. Relativamente ao sexo, admitiu-se uma proporção de cerca de 60% de participantes do sexo feminino para 40% de participantes do sexo masculino. Relativamente à idade, os participantes foram divididos em três grupos etários – dos 18 aos 34 anos, dos 35 aos 54 anos e mais de 55 anos – tentando manter-se uma igualdade no número de participantes para cada grupo etário. Por último, quanto às habilitações académicas, foram considerados dois grupos – com ou sem habilitações académicas superiores – tentando manter-se, igualmente, uma equidade de participantes nos dois grupos.

O estudo da percepção do consumidor foi levado a cabo usando uma abordagem qualitativa e outra quantitativa. A avaliação qualitativa foi realizada de forma indireta, compreendendo seis questões abertas de associação livre de palavras (Tabela 13 e Anexo I) com o objetivo de identificar associações espontâneas de palavras relativamente a determinados termos relevantes para o estudo (hidroponia, alface, ervas aromáticas, alface produzida em hidroponia, ervas aromáticas produzida em hidroponia, produzida em hidroponia comercializada com raiz). A associação livre de palavras é comumente usada para a avaliação da percepção do consumidor relativamente a diferentes conceitos e produtos (Ares et al., 2015; Vidal et al., 2013).

A avaliação quantitativa foi realizada através de questões fechadas de escolha múltipla, onde o objetivo era a tomada de conhecimento de hábitos de consumo e aquisição dos inquiridos. O questionário onde constavam todas as perguntas (Anexo I), foi aplicado de forma direta através de uma versão em papel e uma versão online. Foi igualmente solicitado aos inquiridos que respondessem de forma espontânea e natural, frisando a não existência de resposta corretas ou incorretas.

Para a aplicação da versão online do questionário, foi utilizado o *software LimeSurvey* disponibilizado como serviço pela Universidade do Porto através da plataforma *inqueritos2016.up.pt*. Este mesmo software foi programado de forma a que as questões de associação livre fossem apresentadas uma a uma e que, depois do

inquirido submeter uma resposta, não houvesse a possibilidade de este retroceder e fazer alterações às questões já respondidas. Na versão em papel, as perguntas de associação livre foram imprimidas em folhas separadas e recolhidas à medida que o inquirido completasse a resposta.

As questões foram apresentadas sempre pela mesma ordem, independentemente do tipo de versão a ser aplicada. Após as três primeiras questões, foi exposta uma breve definição do conceito de hidroponia e foi pedido aos inquiridos que, tendo em conta essa mesma definição, respondessem às questões seguintes.

Tabela 13 - Perguntas de associação livre para avaliação da percepção do consumidor sobre hidroponia e a respetiva ordem no inquérito.

N.º	Questão
1	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em hidroponia?
2	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface?
3	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas?
Apresentação do conceito de hidroponia	
4	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia?
5	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?
6	Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?

3.3.1 Análise dos dados

As respostas obtidas nas questões de associação livre foram organizadas com o *software Microsoft Office Excel*. Todos dados recolhidos foram condensados numa base de dados através do *software IBM SPSS Statistics 24*.

Para essas mesmas questões, todas as palavras válidas mencionadas pelos participantes foram consideradas para análise. Primeiramente, foram corrigidos erros de grafia e de acentuação e, as palavras e/ou termos com o mesmo significado foram transformadas num só termo. A frequência com que cada termo foi mencionado foi calculada para cada uma das seis questões de associação livre. Não foi tido em consideração se as palavras tinham sido mencionadas pelo mesmo inquirido ou por inquiridos diferentes. Posteriormente, as palavras e/ou termos foram agrupados segundo categorias.

A existência de diferenças estatísticas relativamente à frequência de menção das categorias entre os grupos de análise foi avaliada através de um teste qui-quadrado global. Adicionalmente, foi realizado um teste qui-quadrado por célula para verificar a fonte de variação do teste qui-quadrado global. Além disso, para as questões onde foi

considerado pertinente, foi executada uma análise de correspondência para obter uma visão mais clara da relação entre as categorias e os grupos de estudo.

Para as restantes questões, foi realizada uma análise de estatística descritiva e as diferenças estatísticas foram avaliadas com testes não paramétricos, mais propriamente com testes de *Mann-Whitney* e de *Kruskal Wallis*.

A análise estatística dos dados foi realizada com os *softwares Microsoft Office Excel, IBM SPSS Statistics 24 e R Project for Statistical Computing*.

4 Resultados e discussão

4.1 Levantamento de dados da oferta de mercado de alface

Os dados recolhidos sobre produtos contendo alface fresca encontrados à venda nas cinco grandes cadeias de distribuição analisadas, foram compilados e encontram-se representados no *Anexo II*.

Na totalidade, foram encontrados 70 produtos contendo alface fresca, sendo 8 alfaces inteiras não embaladas, 12 alfaces inteiras embaladas e 50 produtos com folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas. Na Tabela 14 é apresentada a frequência relativa e o número de produtos contendo alface fresca encontrados à venda nas cadeias de distribuição visitadas.

Tabela 14 – Frequência relativa e número de produtos contendo alface fresca encontrados à venda nas cinco cadeias de distribuição visitadas.

Cadeia de distribuição	Alface inteira não embalada	Alface inteira embalada	Folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas	Total
Continente	2.9% (n=2)	7.1% (n=5)	24.3% (n=17)	34.3% (n=24)
Jumbo	4.3% (n=3)	2.9% (n=2)	22.9% (n=16)	30.0% (n=21)
Lidl	1.4% (n=1)	1.4% (n=1)	2.9% (n=2)	5.7% (n=4)
Mini Preço	1.4% (n=1)	0%	8.6% (n=6)	10.0% (n=7)
Pingo Doce	1.4% (n=1)	5.7% (n=4)	12.9% (n=9)	20.0% (n=14)
Total:	11.4 % (n=8)	17.1% (n=12)	71.4% (n=50)	100% (n=70)

Uma das informações analisadas foi a data de validade dos produtos. Segundo o Regulamento (EU) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, “a indicação da data de durabilidade mínima não é exigida no caso das frutas e produtos hortícolas (...) que não tenham sido descascados, cortados ou objeto de outros tratamentos similares”. Assim, as alfaces inteiras quer sejam embaladas ou não embaladas, não carecem de indicação da durabilidade do produto. Por outro lado, os produtos com folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas, uma vez que são produtos que já sofreram um determinado processamento, têm obrigatoriedade de apresentar nos seus rótulos a data limite de consumo desse mesmo produto. No entanto, como não é obrigatória a presença da data de embalagem no rótulo dos produtos frescos que sofreram processamento mínimo, é impossível o consumidor saber o tempo de vida total do produto que está a comprar.

Foram encontrados à venda produtos com folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas com datas de validade de consumo entre os 4 e os 7 dias desde o dia da

visita à cadeia de distribuição. No entanto, a maioria dos produtos (60%) expiravam a sua validade 6 dias após a visita.

Relativamente às alfaces inteiras não embaladas, vendidas a granel, 87.5% (n=7) eram do tipo acéfala ou de folhas (comumente chamada alface frisada). Na cadeia de distribuição Continente® foi encontrado um produto do tipo bola de manteiga (comumente chamada de alface lisa). Os preços dos produtos encontrados à venda oscilam dos 1.29€/kg aos 4.25€/kg, sendo o produto mais barato e o mais caro da marca Auchan®Jumbo. No entanto é de realçar que o produto mais caro é publicitado como sendo biológico. Se estes mesmo produto não for contabilizado, os preços variam entre 1.29€/kg e 1.99€/kg. O peso médio unitário das alfaces inteiras não embaladas variava entre 200g e 400g.

Quanto às alfaces inteiras embaladas, 16.7% (n=2) eram do tipo batávia (*iceberg*), 16.7% (n=2) do tipo bola de manteiga, 25% (n=3) do tipo romana e 41.7% (n=5) do tipo acéfala. Os preços dos produtos encontrados à venda oscilam dos 2.29€/kg até 6.30€/kg, sendo o produto mais barato da marca Pingo Doce® e o produto mais caro da marca Vitacress®. Foi encontrado um único produto publicitado como de produção biológica, sendo este da marca Pingo Doce®. O peso das embalagens variava entre 180g e 500g e todas tinham a indicação de embalagem “ar livre”.

Relativamente aos produtos com folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas, 22% (n=11) continham somente alface, enquanto que 78% (n=39) continham alface em mistura de outros hortícolas, frutos seco e/ou ervas aromáticos. O preço destes produtos variava entre 4.76€/kg e 25.90€/kg, sendo o produto mais barato da marca Dia®Mini-Preço e o mais caro da marca Vitacress®, encontrado à venda na cadeia Jumbo®. O peso das embalagens varia ente 50g e 300g e todas têm a indicação de embalagem em atmosfera protetora, excluindo os produtos da marca Pingo Doce® que não têm qualquer informação sobre a embalagem.

É de realçar que não foram encontrados quaisquer produtos contendo alface cujas embalagens e/ou rótulos fizessem referência à produção em regimes hidropónicos.

4.2 Estudo da qualidade pós-colheita da alface

4.2.1 Avaliação da cor e do conteúdo em clorofila

Na alface, a cor é um dos mais importantes fatores relacionados com a aceitação por parte do consumidor. Além disso, a degradação da cor está intimamente relacionada com o tempo de vida da alface. A evolução dos parâmetros CIE $L^*a^*b^*$ para os três tratamentos em análise durante o armazenamento refrigerado encontram-se apresentados na Figura 18.

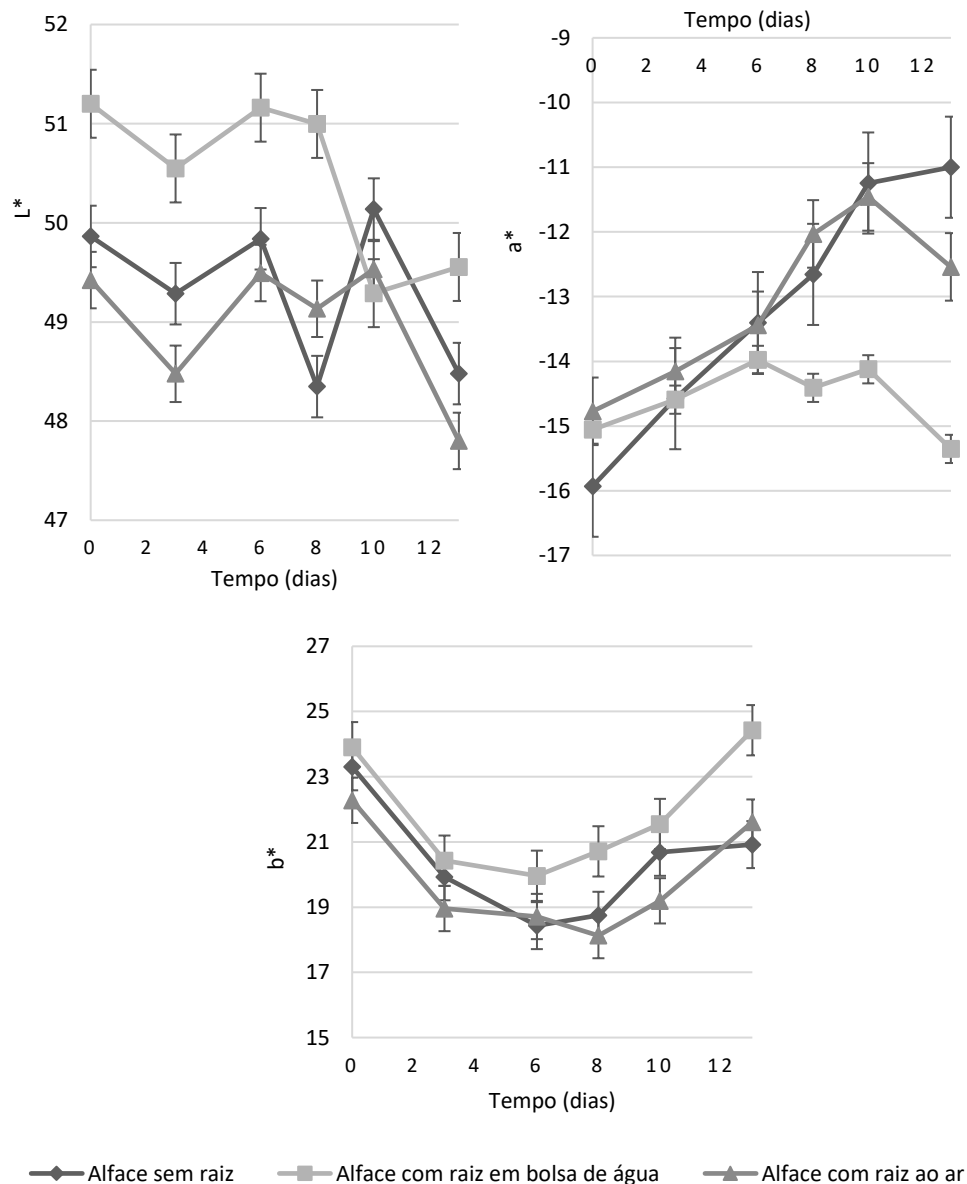


Figura 18 – Evolução dos parâmetros de avaliação da cor CIE $L^*a^*b^*$ durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.

O parâmetro L^* , relacionado com a luminosidade das amostras, varia de forma irregular durante o armazenamento. No entanto, pode reparar-se numa certa diminuição dos valores deste parâmetro que partem de valores iniciais entre 49.42 (± 2.36) e 51.20 (± 1.08) e terminam em valores entre 47.80 (± 2.07) e 49.55 (± 1.62). No entanto, esta ligeira diminuição ao longo do armazenamento não é estatisticamente significativa ($p > 0.05$). Por outro lado, pode dizer-se que o respetivo tratamento das alfaces influencia o valor do parâmetro L^* , sendo que os valores para o parâmetro L^* das alfaces com raiz em bolsa de água são estatisticamente superiores aos valores dos outros dois tratamentos ($p < 0.05$). No entanto, parece não haver diferenças entre a luminosidade das amostras das alfaces sem raiz e com raiz ao ar durante o armazenamento refrigerado.

O parâmetro a^* , relacionado com o tom das amostras e que varia entre o vermelho ($+a^*$) e o verde ($-a^*$), é um dos parâmetros mais importantes para este tipo de produto, já que a perda do tom verde é característica do tempo pós-colheita da alface.

Assim, e tal como seria expectável, o parâmetro a^* tem um aumento significativo ao longo do armazenamento ($p < 0.05$), passando de valores na ordem dos -15.93 (± 0.99) e -14.77 (± 3.38), para valores entre -15.35 (± 0.35) e -10.99 (± 3.19), indicando a perda de cor verde das amostras. É ainda possível acrescentar que, a partir do dia 8, o valor deste parâmetro nas alfaces com raiz em bolsa de água é estatisticamente diferente dos valores do parâmetro para os outros grupos ($p < 0.05$) (Anexo III). No entanto, esta diferença não se verifica entre as alfaces sem raiz e com raiz ao ar durante todo o armazenamento refrigerado.

O parâmetro b^* , responsável pela saturação das amostras, teve uma variação não linear durante o armazenamento. Pode dizer-se que ocorreu uma diminuição geral no valor deste parâmetro até ao sexto dia de armazenamento, de valores entre 22.28 (± 1.75) e 23.91 (± 1.51) para valores entre 18.43 (± 1.93) e 19.96 (± 2.66). No entanto, após o sexto dia e até ao final do armazenamento, os valores deste parâmetro voltaram a subir para valores entre 20.92 (± 3.28) e 24.43 (± 1.75). Assim, pode dizer-se que o tempo de armazenamento influenciou significativamente o parâmetro b^* ($p < 0.05$). Adicionalmente, e como não se verifica interação entre a variável *tempo* e *tratamento*, é possível dizer-se que as alfaces com raiz em bolsa de água, mantêm durante o armazenamento, valores estatisticamente mais elevados do que as alfaces dos outros dois grupos ($p < 0.05$).

Os parâmetros anteriormente abordados podem ser convertidos na diferença total de cor (TCD), que permite uma observação mais clara sobre a alteração total da

cor das amostras durante o armazenamento. Na Figura 19 é apresentada a evolução da TCD durante o armazenamento refrigerado para os três tratamentos em análise.

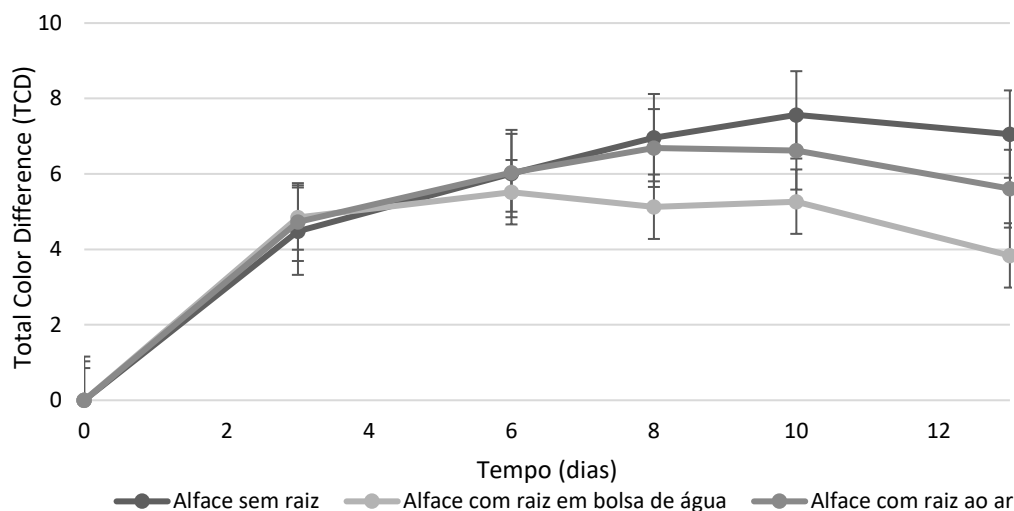


Figura 19 – Evolução da TCD durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.

A diferença total de cor aumenta significativamente com o tempo durante o armazenamento ($p < 0.05$). Adicionalmente pode também referir-se que a TCD na alface com raiz em bolsa de água é estatisticamente inferior relativamente à alface sem raiz a partir do dia 8 ($p < 0.05$).

Intimamente relacionada com a cor das amostras está o seu conteúdo em clorofila. Na Figura 20 é apresentada a evolução do índice SPAD durante o armazenamento para os três grupos em estudo.

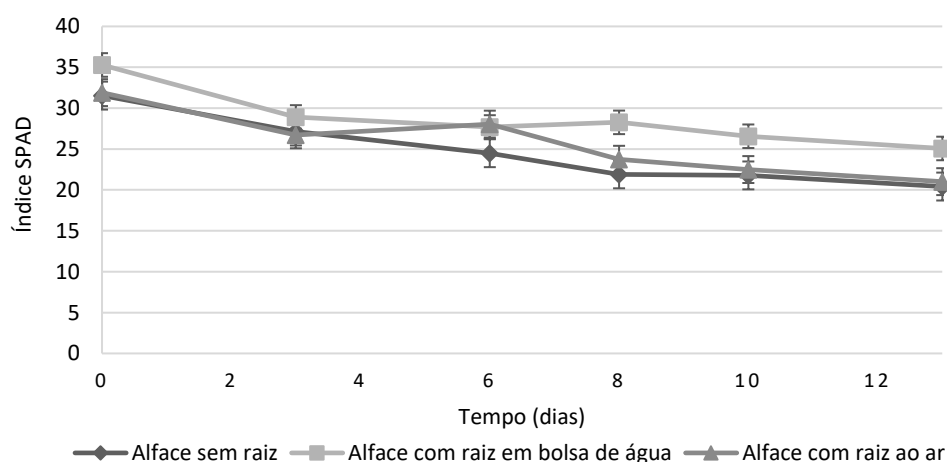


Figura 20 - Evolução do índice SPAD durante o armazenamento refrigerado nos três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.

Como seria expectável, há uma diminuição do índice SPAD ao longo do armazenamento, indicando uma diminuição do teor em clorofila. As amostras partem de valores iniciais compreendidos entre 31.54 (± 5.90) e 35.28 (± 10.13) unidades SPAD e diminuem para valores entre 20.41 (± 0.83) e 25.07 (± 1.15) unidades SPAD no final do armazenamento refrigerado.

Pode ainda dizer-se que, além da descida do índice SPAD ser influenciada pelo prolongar do armazenamento ($p < 0.05$), foi ainda influenciada pelo tipo de tratamento da alface, sendo que alfaces com raiz em bolsa de água, desde o dia 8 até ao final do armazenamento, têm índices SPAD estatisticamente superiores aos dos restantes grupos ($p < 0.05$) (Anexo III). No entanto, entre as alfaces sem raiz e com raiz ao ar, esta diferença não se verifica durante todo o armazenamento ($p > 0.05$).

4.2.2 Avaliação da perda de massa

A perda de massa dos produtos frescos durante o armazenamento é responsável por uma grande perda de qualidade sensorial. Na Figura 21 é apresentada a evolução da perda de massa das alfaces dos três tratamentos durante o armazenamento.

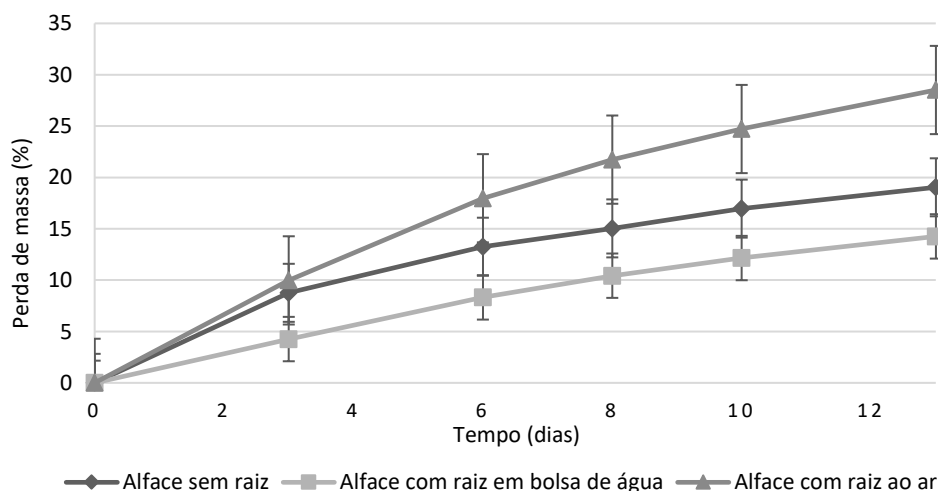


Figura 21 – Evolução da perda de massa dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados nos dias de medição, e as barras verticais representam os erros padrão.

A perda de massa aumenta significativamente em todos os momentos de medição durante o armazenamento ($p < 0.05$). Além disso, o tratamento respetivo da alface tem também influência na perda de massa, verificando-se ainda uma interferência do tempo e tratamento nos resultados da perda de massa.

No dia 3, as alfaces com raiz em bolsa de água têm uma perda de massa estatisticamente inferior relativamente às alfaces dos outros dois grupos comparativos ($p < 0.05$) que se mantêm estatisticamente semelhantes. No entanto, a partir do dia 6, as perdas de massa dos três tratamentos são estatisticamente diferentes entre si (Anexo III). Pode ainda acrescentar-se que, no final do armazenamento, as alfaces com raiz ao ar apresentam uma perda de massa superior às restantes, com um valor médio de 28.51% (± 5.02). Com perdas de peso inferiores, apresentam-se as alfaces sem raiz com perda de massa média de 19.04% (± 1.92), e as alfaces com raiz em bolsa de água com 14.26% (± 3.32).

É de salientar que, nas alfaces com raiz em bolsa de água, os valores para a perda de massa possuem um grande erro associado uma vez que, durante o armazenamento e durante as medições, várias perdas de água da bolsa foram detetadas. Assim, para o valor da perda de massa, estão não só a ser contabilizadas as perdas de água pela transpiração da alface, como as perdas de água da bolsa para o ambiente. Sendo possível minimizar este mesmo erro, é bastante provável que a perda de massa das alfaces com raiz em bolsa de água, fosse bastante inferior, levando a uma maior diferença em relação aos outros tratamentos.

4.2.3 Avaliação do teor em água

O teor em água foi determinado no início e no final do procedimento experimental. O teor em água inicial obtido foi de 93.45% (± 7.20). Na Figura 22 é apresentada a evolução do teor em água para os três tratamentos da alface.

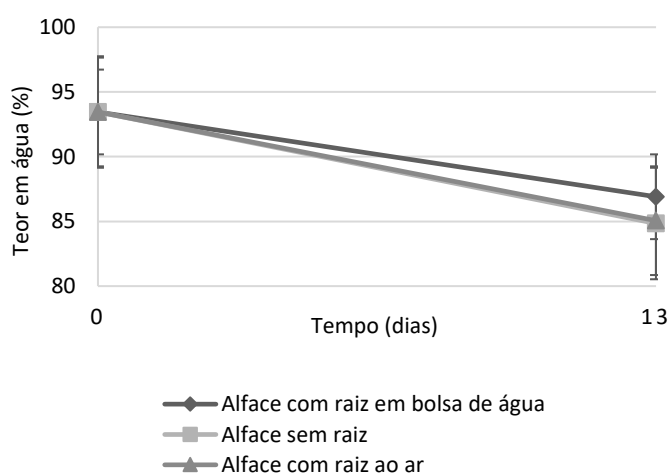


Figura 22 – Teor em água inicial e final para os três tratamentos da alface. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados, e as barras verticais representam os erros padrão.

No final do armazenamento, o teor em água das alfaces sem raiz era de 84.84% (± 1.18), das alfaces com raiz em bolsa de água 86.90% (± 1.03) e das alfaces com raiz ao ar 85.06% (± 2.98). O tempo de armazenamento influenciou fortemente a diminuição do teor em água ($p < 0.05$) mas, de forma contrária, o tipo de tratamento prestado na alface não influenciou o teor em água, não havendo diferenças significativas no teor em água entre os três grupos de estudo ($p < 0.05$). A elevada variabilidade entre medições justifica não terem ocorrido diferenças entre tratamentos após 13 dias de armazenamento.

4.2.4 Avaliação da taxa de respiração

A avaliação da taxa de respiração foi realizada nos três grupos de alface e os resultados obtidos são apresentados na Figura 23, Figura 24 e Figura 25.

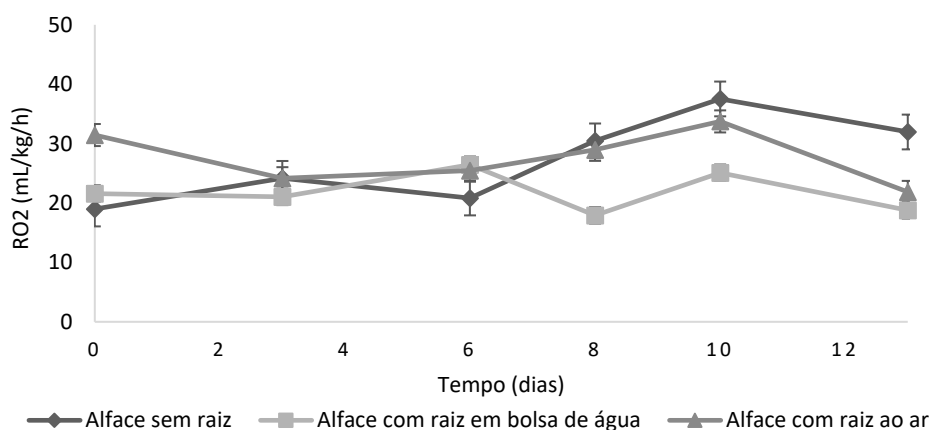


Figura 23 – Evolução da taxa de consumo de O₂ dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.

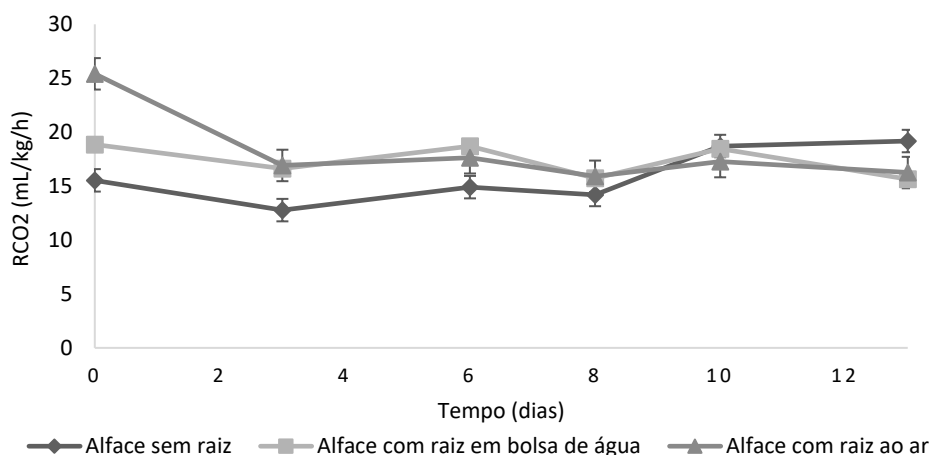


Figura 24 - Evolução da taxa de produção de CO₂ dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.

Seria de esperar que a taxa de respiração diminuísse ao longo do tempo de armazenamento, no entanto, isto não se verifica. No dia inicial (dia 0) as alfaces com raiz em bolsa de água e as alfaces sem raiz apresentam taxas de consumo de O_2 e de produção de CO_2 equivalentes entre si e estatisticamente mais baixas do que as alfaces com raiz ao ar ($p < 0.05$). No dia 3 e no dia 6, os três grupos comparativos têm taxas de consumo e produção de O_2 e CO_2 estatisticamente semelhantes ($p > 0.05$). A taxa de produção de CO_2 , do dia 8 até ao final do armazenamento, mantém estatisticamente inalterada para os três grupos de alface ($p > 0.05$). No entanto, no dia 8, a taxa de consumo de O_2 das alfaces com raiz em bolsa de água é estatisticamente inferior às alfaces sem raiz e com raiz ao ar. No dia 10 esta diferença verifica-se somente em relação às alfaces sem raiz que se mantém até ao final do armazenamento (dia 13).

Posteriormente, foi também calculado o quociente respiratório (QR) ao longo do armazenamento. Os valores obtidos são apresentados na Figura 25.

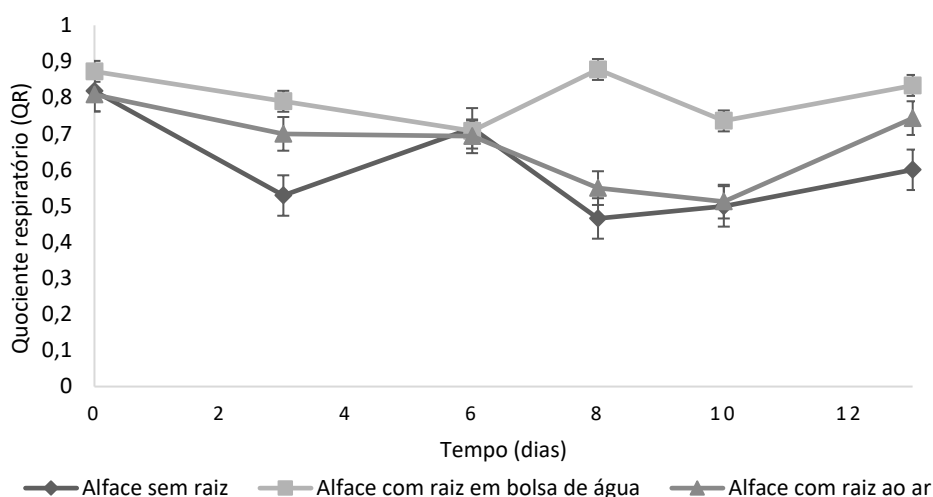


Figura 25 – Evolução do quociente respiratório (QR) dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados e as barras verticais representam os erros padrão.

O valor do QR indica a natureza do processo respiratório e do substrato usado. Neste caso, os valores do QR para os três grupos de estudo da alface têm valores são próximos de 1, indicando a presença de uma respiração aeróbia.

Durante o armazenamento, os valores de QR variam 0.5 e 0.8 para as alfaces sem raiz, 0.7 e 0.9 para as alfaces com raiz em bolsa de água e 0.5 e 0.8 para as alfaces com raiz ao ar. Na literatura, os valores comumente encontrados para a taxa de respiração da alface variam entre 0.7 e 1.3 (Escalona et al., 2006).

Embora sejam encontradas diferenças estatísticas significativas na interação do tempo e do tratamento nos valores de taxa de respiração das alfaces, os dados são

inconclusivos, não sendo possível averiguar a influência do tratamento na respiração das alfaces devido às grandes oscilações de valores.

4.2.5 Avaliação da qualidade global

A avaliação da qualidade global das amostras foi efetuada através da avaliação de três parâmetros, o acastanhamento, emurchecimento e aparência global, e através de escalas de avaliação de 9 pontos. Na Figura 26 é apresentada a evolução desses mesmo três parâmetros durante o armazenamento refrigerado.

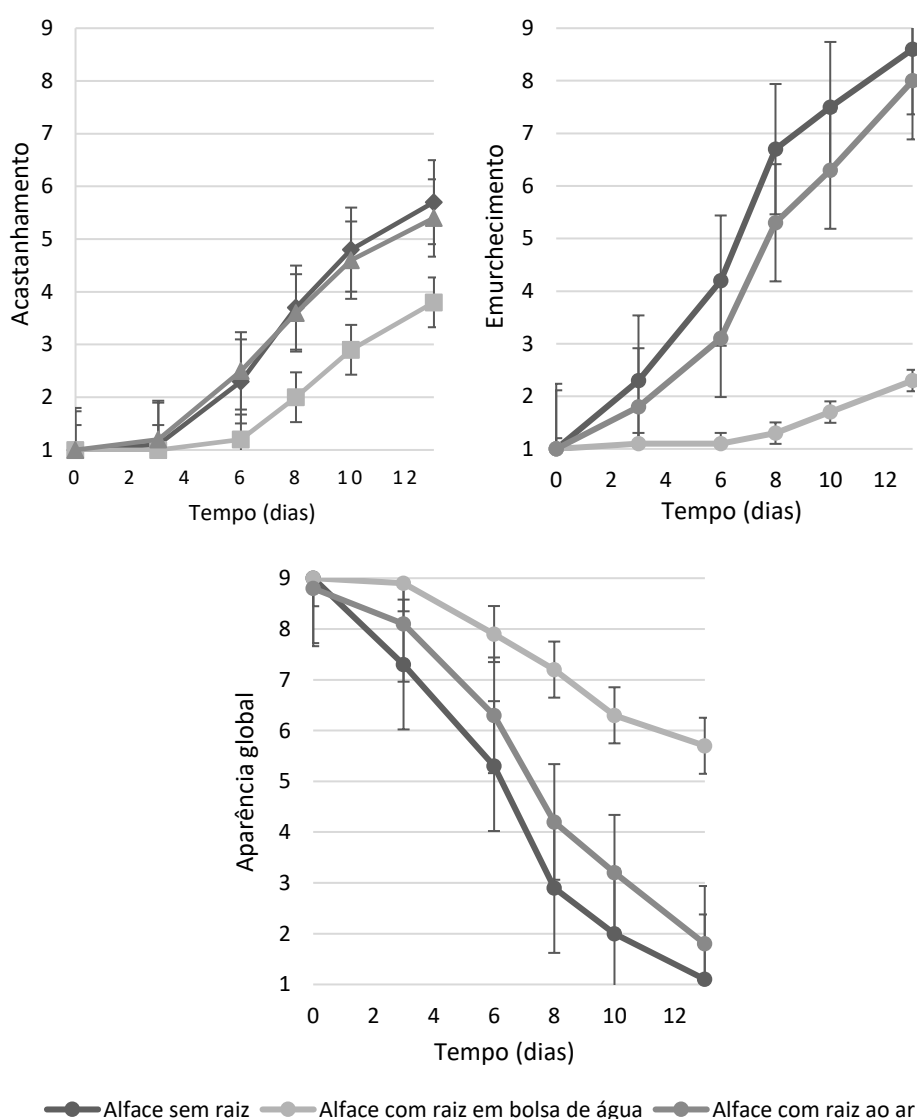


Figura 26 – Evolução do acastanhamento, emurchecimento e aparência global dos três tratamentos da alface durante o armazenamento refrigerado. Os pontos representam as médias dos valores dos replicados, e as barras verticais representam os erros padrão.

O acastanhamento das amostras foi agravando ao longo do armazenamento. No entanto, além de influenciado pelo tempo ($p < 0.05$), o grau de acastanhamento é estatisticamente diferente entre os tratamentos ($p < 0.05$). Embora entre as alfaces sem raiz e as alfaces com raiz ao ar não haja diferenças significativas ao longo de todo o armazenamento, as alfaces com raiz em bolsa de água, a partir do dia 6, têm um acastanhamento significativamente inferior às alfaces sem raiz, e a partir do dia 8 às alfaces com raiz ao ar (Anexo III). Estas diferenças mantêm-se até ao fim do armazenamento, sendo que, nessa altura, as alfaces sem raiz apresentam um acastanhamento médio de $5.70 (\pm 1.34)$, as alfaces com raiz ao ar $5.40 (\pm 1.58)$ e as alfaces com raiz em bolsa de água $3.80 (\pm 1.22)$.

Da mesma forma, o emurchecimento foi aumentando no decorrer do armazenamento, no entanto, de forma mais gravosa do que o acastanhamento.

Quando analisados os valores do emurchecimento das amostras, é possível reparar que há diferenças estatisticamente significativas não só ao longo de todos os dias de medição ($p < 0.05$), como entre todos os tratamentos da alface ($p < 0.05$). Desde o dia 3 até ao final do armazenamento que as alfaces com raiz em bolsa de água apresentam diferenças significativas relativamente às alfaces sem raiz. No entanto, relativamente às alfaces com raiz ao ar, esta diferença verifica-se apenas desde o dia 6 até ao final do armazenamento. Do dia 8 ao dia 10 verificam-se ainda diferenças entre os valores de emurchecimento entre as alfaces sem raiz e as alfaces com raiz ao ar ($p < 0.05$) (Anexo III).

Assim, no fim do armazenamento refrigerado, as alfaces sem raiz apresentam um emurchecimento médio de $8.60 (\pm 0.52)$, as alfaces com raiz ao ar $8.00 (\pm 1.15)$ e as alfaces com raiz em bolsa de água $2.30 (\pm 1.16)$. É de realçar a elevada diferença no nível de emurchecimento das alfaces com raiz ao ar relativamente aos outros dois tratamentos, não só no final do armazenamento, mas como em todo o seu decorrer.

Relativamente à aparência global, tal como seria de esperar, pode dizer-se que esta foi diminuindo ao longo do tempo de forma bastante significativa em todos os tempos de medição ($p < 0.05$). Além disso, há ainda diferenças estatisticamente significativas na aparência global das alfaces com raiz em bolsa de água relativamente às alfaces sem raiz a partir do dia 3 e até ao final do armazenamento. Relativamente às alfaces com raiz ao ar, essa diferença verifica-se a partir do dia 6 até ao final do armazenamento ($p < 0.05$). Realça-se ainda que, no dia 8 e 10, as alfaces com raiz ao ar apresentam uma aparência global estatisticamente superior às alfaces sem raiz, embora no final do armazenamento esta diferença deixe de ser significativa (Anexo III).

Assim, no final do armazenamento, as alfaces sem raiz apresentam uma aparência global média de 1.10 (± 0.32), as alfaces com raiz ao ar 1.80 (± 0.92) e as alfaces com raiz em bolsa de água 5.70 (± 0.95).

É claramente notório que o grupo de alfaces com raiz em bolsa de água teve uma performance superior aos outros dois grupos relativamente à manutenção dos parâmetros de avaliação da qualidade global. No anexo IV são apresentados registos fotográficos da evolução dos três grupos de alface ao longo do armazenamento.

4.3 Estudo da perceção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface

4.3.1 Caracterização da amostra

Na Tabela 15 estão apresentadas as características sociodemográficas dos participantes do estudo da perceção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo/compra de alface.

Tabela 15 – Características sociodemográficas dos participantes do estudo da perceção do consumidor e hábitos de consumo e compra de alface.

n=138			
Sexo	Idade	Habilitações académicas	
Feminino	18 a 34 anos	Com habilitações académicas superiores	11%
		Sem habilitações académicas superiores	10%
	35 a 54 anos	Com habilitações académicas superiores	10%
		Sem habilitações académicas superiores	9%
	Mais de 55 anos	Com habilitações académicas superiores	10%
		Sem habilitações académicas superiores	9%
Masculino	18 a 34 anos	Com habilitações académicas superiores	9%
		Sem habilitações académicas superiores	7%
	35 a 54 anos	Com habilitações académicas superiores	7%
		Sem habilitações académicas superiores	6%
	Mais de 55 anos	Com habilitações académicas superiores	6%
		Sem habilitações académicas superiores	6%
Atividade profissional			
Trabalhador por conta de outrem			54%
Trabalhado por conta própria			6%
Desempregado ou sem atividade profissional			3%
Estudante			27%
Reformado/Aposentado			9%
Outro: Bolseiro			0.7%
Concelho de Residência			
Póvoa de Varzim			28%
Braga			16%
Porto			13%
Outros			43%

4.3.2 Hábitos de consumo e compra de alface

Uma das partes do inquérito aplicado visava tomar conhecimento dos hábitos de consumo e compra de alface e ervas aromáticas dos inquiridos. Relativamente à

frequência de consumo de alface, pode dizer-se que a maioria dos inquiridos (36%) diz consumir alface 2 a 4 vezes por semana enquanto que só uma pequena minoria de 5% dos inquiridos dizem não consumir alface ou consumir menos de 1 vez por mês. Para facilitar a posterior análise estatística, os inquiridos foram agrupados em três categorias segundo a frequência de consumo reportada: i) consumo reduzido (nunca ou menos de 1 vez por mês e 1 a 3 vezes por mês), ii) consumo moderado (1 vez por semana e 2 a 4 vezes por semana), iii) consumo elevado (5 a 6 vezes por semana e 1 ou mais do que 1 vez por dia). Segundo este critério, pode ainda dizer-se que 29% dos inquiridos têm um consumo de alface elevado, 54% têm um consumo moderado e 18% têm um consumo reduzido de alface. Os dados referidos são apresentados graficamente na Figura 27.

Depois da realização de um teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para o sexo e habilitações académicas, e de *Kruskal-Wallis* para a idade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na frequência de consumo de alface entre os diferentes grupos ($p>0.05$).

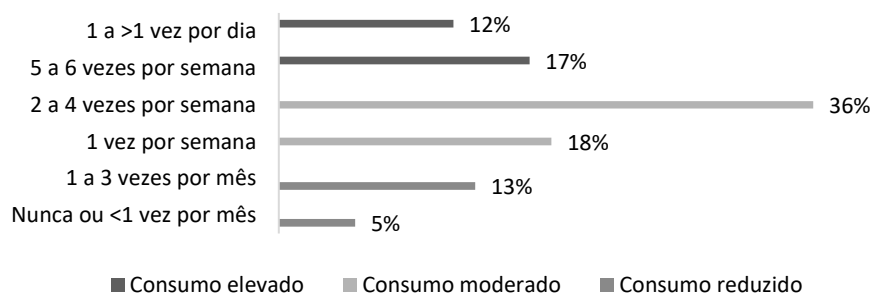


Figura 27 – Frequência de consumo de alface dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

Adicionalmente foi questionado o local de aquisição da alface que é consumida em ambiente familiar e o seu formato (Figura 28 e Figura 29). Para estas duas questões foi calculada a percentagem relativamente ao número de respostas. Sobre o local de aquisição verifica-se uma maior referência aos supermercados e hipermercados com 40% das respostas, seguido pelas mercearias e lojas de comércio tradicional com 37% das respostas (Figura 28). Com respostas menos frequentes que as anteriores, mas mesmo assim bastante elevada realça-se a produção própria com 18% das respostas. De salientar ainda os 3% das respostas na categoria “outros” onde foram mencionados locais como “feira”, “mercado” e “restaurante”.

Relativamente ao formato da alface que é consumida/adquirida, verifica-se uma maior referência da alface inteira não embalada com 66% das respostas (Figura 29). Com percentagens de respostas bastante mais baixas, temos as folhas de alface

cortadas, pré-lavadas e embalada com 17% das respostas e as alfaces inteiras embaladas com 16% das respostas. No entanto, quer para o local de compra, como para o formato, não há diferenças estatisticamente significativas relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas ($p>0.05$).

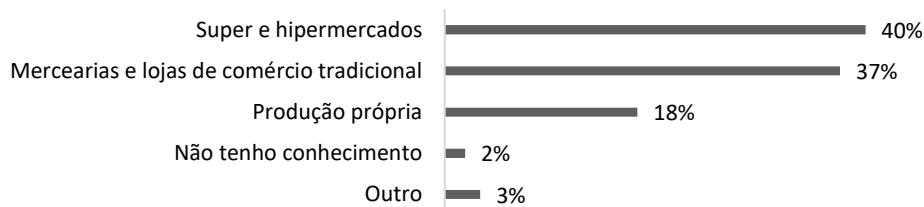


Figura 28 – Locais de aquisição de alface dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

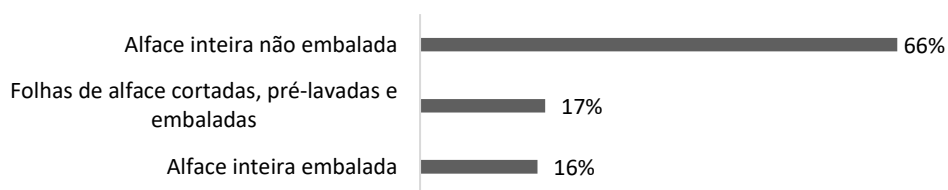


Figura 29 – Formatos de alface consumidos/adquiridos pelos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

Relativamente aos dados relativos à frequência de consumo de ervas aromáticas, pode dizer-se que a maioria dos inquiridos (34%) diz consumir ervas aromáticas 2 a 4 vezes por semana enquanto que só uma pequena minoria de 4% dos inquiridos dizem não consumir ervas aromáticas ou consumir menos de 1 vez por mês. Da mesma forma como foi feito no caso da alface, os inquiridos foram agrupados em três categorias segundo a frequência de consumo reportada. Segundo este critério, pode ainda dizer-se que 42% dos inquiridos têm um consumo elevado de ervas aromáticas, 47% têm um consumo moderado e 11% têm um consumo reduzido.

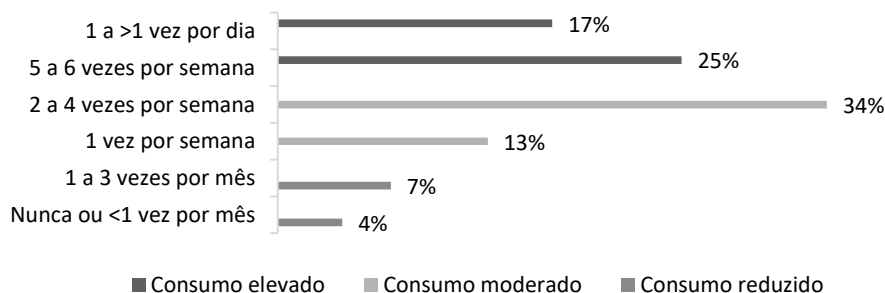


Figura 30 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

Foi realizado um teste não paramétrico *Mann-Whitney* onde foram encontradas diferenças estaticamente significativas na frequência de consumo de ervas aromáticas relativamente ao sexo e às habilitações académicas. Relativamente ao sexo, há diferenças significativas entre o sexo feminino e o sexo masculino ($p < 0.01$) sendo que, o sexo feminino consome ervas aromáticas mais frequentemente do que o sexo masculino (Figura 31). Relativamente às habilitações académicas, verifica-se que pessoas com habilitações académicas superiores consomem ervas aromáticas mais frequentemente do que pessoas sem habilitações académicas superiores ($p < 0.05$) (Figura 32). Depois da realização do teste não paramétrico *Kruskal-Wallis*, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a frequência de consumo de ervas aromáticas relativamente à idade ($p > 0.05$).

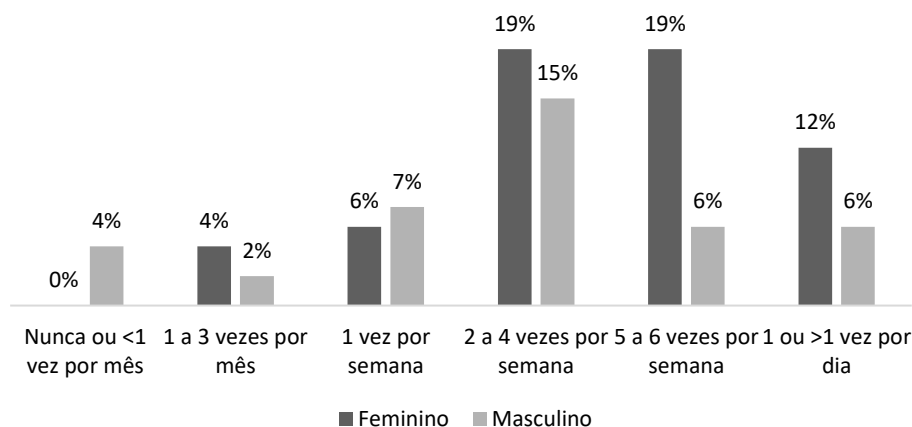


Figura 31 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente ao sexo.

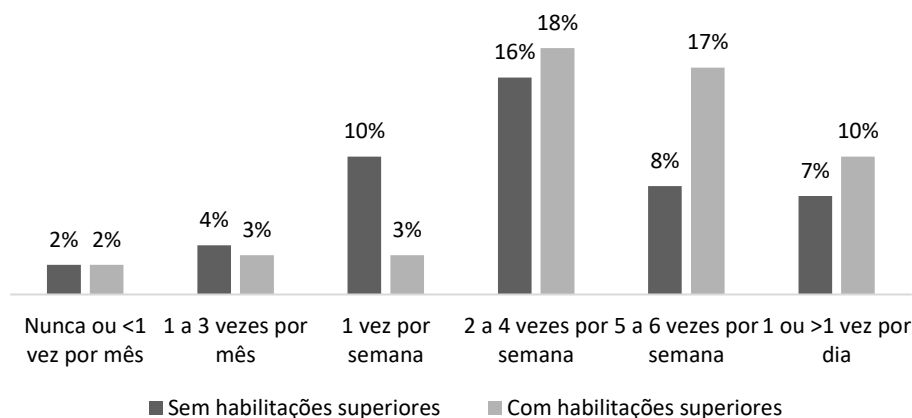


Figura 32 – Frequência de consumo de ervas aromáticas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente às habilitações académicas.

Adicionalmente foi perguntado aos inquiridos o formato de ervas aromáticas consumidas. Verificou-se uma maior frequência de consumo de ervas aromáticas secas, com 37% das respostas, seguidamente as ervas aromáticas frescas em ramo com 25%

das respostas, as ervas aromáticas frescas em vaso com 18% e as ervas aromáticas frescas em saco com 12% das respostas Figura 33. As ervas aromáticas congeladas concentraram 7% das respostas e por último, a categoria “outros” com 1% das respostas reportou o consumo de ervas aromáticas “diretamente da horta”. No entanto, não há diferenças estatisticamente significativas relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas ($p>0.05$) relativamente ao tipo de ervas aromáticas consumido.

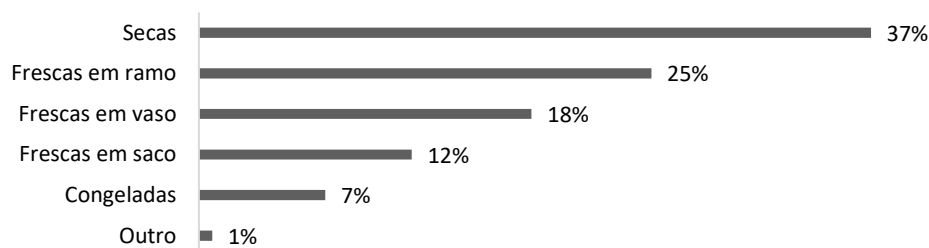


Figura 33 – Formatos de ervas aromáticas consumidos/adquiridos pelos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

Por último, aos inquiridos que reportaram consumir qualquer um dos três formatos de ervas aromáticas frescas, foi também questionada a frequência desse mesmo consumo. Verificou-se que 37% dos consumidores de ervas aromáticas frescas consomem este tipo de formato 2 a 4 vezes por semana, 30% consomem 1 vez por semana e cerca de 16% consomem 1 a 3 vezes por mês (Figura 34). Apenas 6% consomem 1 ou mais do que 1 vez por dia e 11% 5 a 6 vezes por semana.

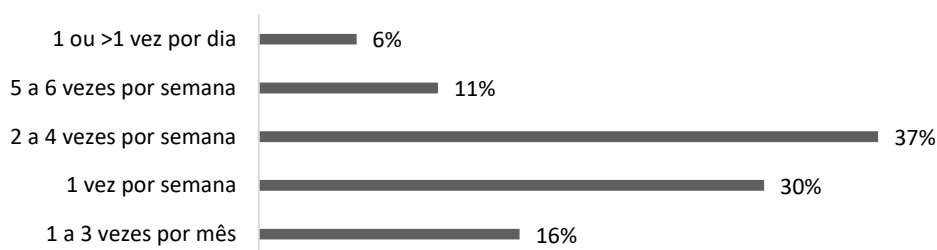


Figura 34 – Frequência de consumo de ervas aromáticas frescas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface.

Depois de realizados os respetivos testes não paramétricos, foram unicamente encontradas diferenças estatisticamente significativas para a frequência de consumo de ervas aromáticas frescas relativamente à idade ($p<0.05$). Para averiguar a fonte das diferenças, realizou-se um teste *Mann-Whitney* entre os grupos da variável idade. Desta forma, observou-se que a frequência de consumo de ervas aromáticas frescas dos inquiridos com mais de 55 anos é estatisticamente superior à dos outros dois escalões etários ($p<0.05$) (Figura 35).

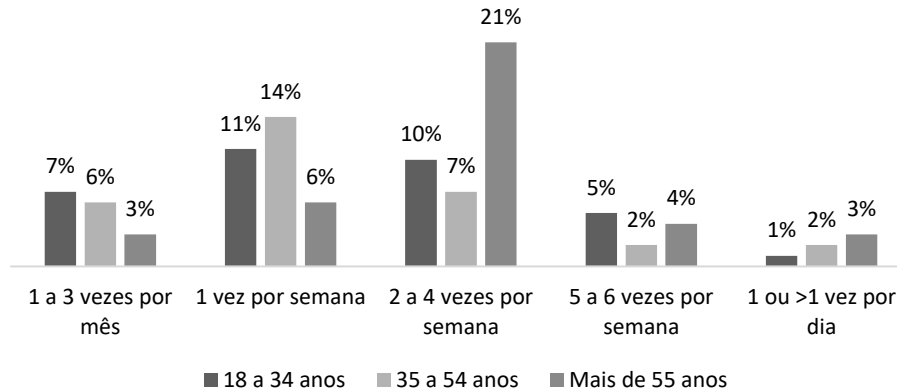


Figura 35 - Frequência de consumo de ervas aromáticas frescas dos participantes do estudo da percepção do consumidor sobre hidroponia e hábitos de consumo e compra de alface relativamente à idade.

4.3.3 Associação livre de palavras

Para identificar associações espontâneas de palavras relativamente a determinados termos relevantes para o estudo, foram colocadas aos inquiridos seis questões de associação livre. Para cada questão era pedido aos inquiridos que escrevessem as quatro primeiras palavras que lhe viessem à mente quando confrontados com diferentes termos relevantes para o estudo.

Para a primeira questão, onde se avaliaram as associações relativamente ao termo *Hidroponia*, foram obtidas 460 respostas individuais. Os termos ou expressões com maior citação foram: *Água* (26.3%, n=121), *Cultivo* (13.3%, n=61), *Não sei o que é* (3.9%, n=18), *Alimentação* (3.5%, n=16) e *Nutrientes* (3.0%, n=14). O conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência encontram-se representados graficamente na Figura 36, representando 77.8% do total.

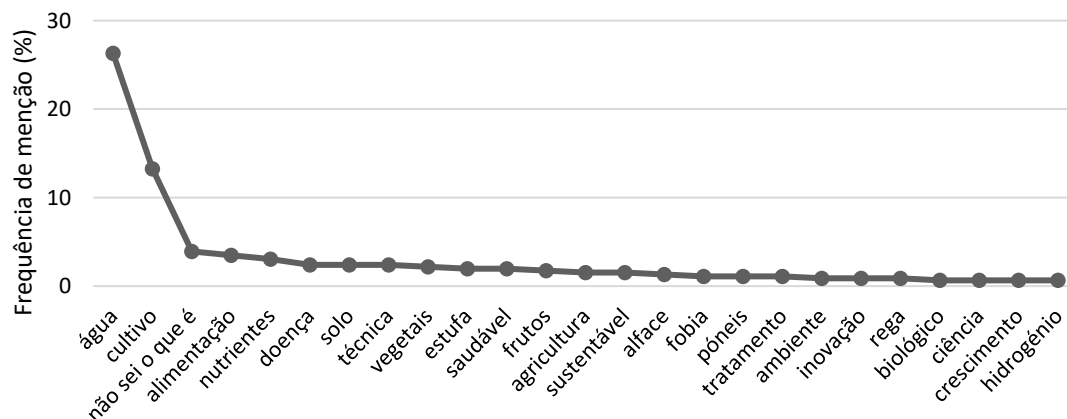


Figura 36 – Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 1 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em hidroponia?”.

Posteriormente, as palavras mencionadas foram agrupadas em oito categorias segundo o seu cariz e/ou significado (Agricultura: 24.3%, Água: 27.0%, Alimentação: 13.6%, Ambiente: 6.6%, Ciência: 11.0%, Desconhecimento: 4.0%, Emoções negativas: 7.7%, Saúde e higiene: 6.0%). Na Tabela 16 é apresentado o número de citações de cada categoria identificada e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à *Idade* e às *Habilitações académicas*, já que, no teste qui quadrado global, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na frequência de menção das categorias relativamente ao *Sexo* ($p > 0.05$).

Tabela 16 – Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 1 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em hidroponia?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à idade e habilitações académicas.

Categoria (exemplos de termos)	Idade			Habilitações académicas	
	18-34	35-54	+ 55	Sem HS	Com HS
Agricultura (<i>agricultura, campos, cultivo, estufa, raiz</i>)	54	36	21	40	71
Água (<i>água</i>)	49	32	42	50	73
Alimentação (<i>comida, bebida, frutos, vegetais, nutrientes</i>)	20	26	16	16	46(+)**
Ambiente (<i>sustentável, ambiente, poluição, área, luminosidade</i>)	20(+)**	4	5	11	13
Ciência (<i>inovação, técnica, tratamento, laboratório, suspensão</i>)	21	12	17	26	24
Desconhecimento (<i>não sei o que é</i>)	4	10(+)*	4	17(+)**	1
Emoções negativas (<i>doença, fobia, medo, não gosto, contranatura</i>)	5(-)**	14	16	11	24
Saúde e higiene (<i>saudável, natural, fresco, higiene, bem-estar</i>)	6	8	13	13	14

HS: habilitações académicas superiores

Efeito do qui-quadrado por célula. (+) e (-) indicam se o valor observado é significativamente superior ou inferior ao valor teórico esperado: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$, de acordo com o teste exato de Fisher.

Através da observação da Tabela 16, pode reparar-se numa maior frequência de menção do escalão etário 18 a 34 anos na categoria *Ambiente*. Ou seja, os inquiridos mais jovens associam mais fortemente o termo *Hidroponia* com questões ambientais como a sustentabilidade, palavra mais mencionada nesta categoria. O escalão etário 18 a 34 anos é ainda aquele que reporta com menos frequência a associação do termo *Hidroponia* com emoções negativas. Este facto pode ser explicado pelo maior grau de informação, abertura e aceitabilidade dos escalões mais jovens para termos novos. Adicionalmente e de forma não muito expectável, é o grupo etário dos 34 aos 55 anos e não o grupo de mais de 55 anos que demonstra um maior desconhecimento em relação ao termo *Hidroponia*.

Relativamente às habilitações académicas, pode dizer-se que os inquiridos com habilitações académicas superiores mencionam mais termos relacionados com a *Alimentação*, como comida, bebida, frutos ou vegetais. Contrariamente, e como seria de esperar, os inquiridos sem habilitações académicas superiores demonstram e mencionam mais frequentemente termos relacionados com o desconhecimento relativamente ao conceito de hidroponia.

Já na segunda questão, onde se avaliaram as associações relativamente ao termo *Alface*, foram obtidas 534 respostas. Os termos ou expressões com maior menção foram: *Verde* (18.2%, n=97), *Salada* (13.7%, n=73), *Vegetal* (10.1%, n=54), *Fresco* (8.1%, n=43) e *Saudável* (7.9%, n=42). O conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência de menção encontram-se representados graficamente na Figura 37, representando 87.5% do total. Foram identificadas nove categorias: *Agricultura* (4.5%), *Alimentação* (40.6%), *Animais* (1.7%), *Características organoléticas* (35.2%), *Dieta* (2.1%), *Economia* (1.1%), *Emoções negativas* (0.9%), *Emoções positivas* (5.1%) e *Saúde e higiene* (8.8%). Foi igualmente realizado um teste qui-quadrado global onde se verificou não existirem diferenças estatisticamente significativas para a frequência de menção relativamente ao *Sexo*, *Idade* e *Habilitações académicas* ($p>0.05$).

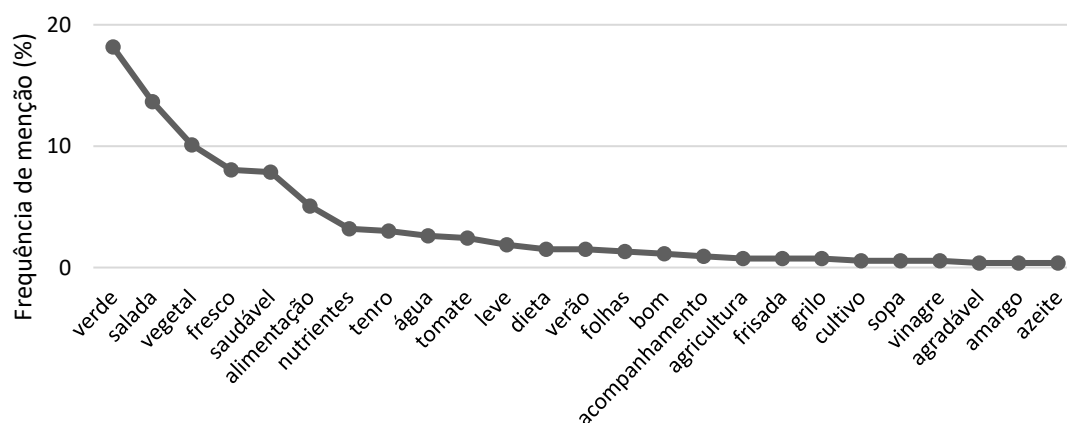


Figura 37 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 2 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface?”.

Devido ao crescente potencial das ervas aromáticas no mercado português, e à sua possibilidade de comercialização com raiz, decidiu-se incluir as ervas aromáticas no inquérito de forma a compreender as associações dos consumidores relativamente a este produto. Assim, na terceira questão do inquérito avaliaram-se as associações relativamente ao termo *Ervas aromáticas* onde se obtiveram 529 respostas. Os termos ou expressões com maior menção foram: *Cheiro* (12.9%, n=71), *Tempero* (11.6%, n=64), *Sabor* (10.1%, n=56), *Alimentação* (4.9%, n=27) e *Salsa* (4.9%, n=27). O

conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência de menção encontram-se representados graficamente na Figura 38.

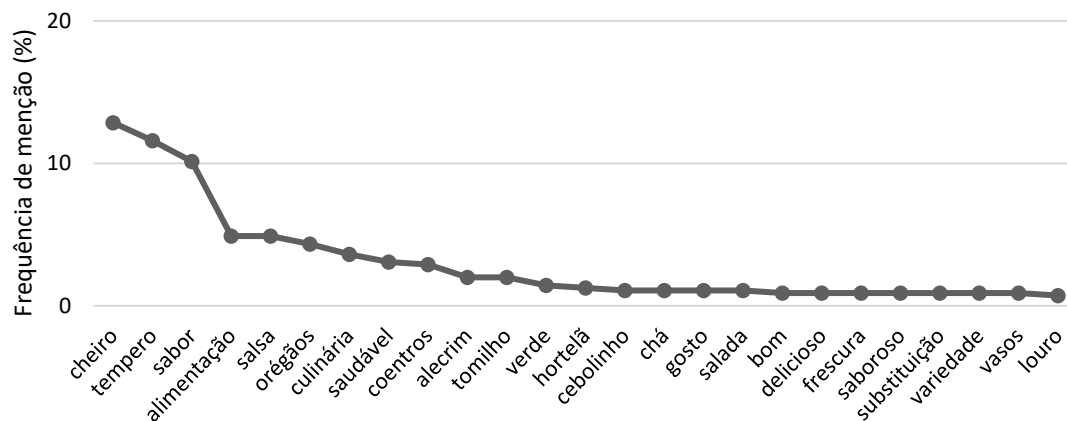


Figura 38 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 3 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas?”.

De igual forma ao que tem sido realizado até ao momento, as palavras e/ou expressões mencionadas foram agrupadas em nove categorias segundo o seu significado (Agricultura: 3.8%, Alimentação: 28.7%, Características organoléticas: 4.0%, Ciência: 1.0%, Economia e conveniência: 2.1%, Emoções positivas: 7.0%, Exemplos de ervas aromáticas: 22.7%, Saúde e bem-estar: 5.4%, Sensações: 25.4). Na Tabela 17 é apresentado o número de citações para cada categoria e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à Idade e Sexo. Relativamente às habilitações académicas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no número de menção das categorias identificadas ($p > 0.05$).

Tabela 17 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 3 "Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas?" e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas.

Categoria (exemplos de termos)	Idade			Sexo	
	18-34	35-54	+ 55	Feminino	Masculino
Agricultura (<i>agricultura, campo, cultivo, folhas, horta</i>)	8	8	4	12	8
Alimentação (<i>tempero, alimentação, culinária, grelhados, salada</i>)	58	51	40	99(+)*	50
Características organoléticas (<i>cor, frescura, secas, textura</i>)	8	10	3	9	12
Ciência (<i>inovação, novidade, projeto, tendência</i>)	4	1	0	4	1
Economia e conveniência (<i>caro, tempo, sempre à mão, dinheiro, comprar</i>)	8(+)*	2	1	6	5
Emoções positivas (<i>adoro, gosto, bom, delicioso, qualidade</i>)	8(-)*	12	16(+)*	24	12
Exemplos de ervas aromáticas (<i>orégãos, coentros, salsa, louro, hortelã</i>)	50	30	38	53	65(+)**
Saúde e bem-estar (<i>saudável, cuidado, sal, natural, benefícios</i>)	16(+)*	6	6	18	10

Efeito do qui-quadrado por célula. (+) e (-) indicam se o valor observado é significativamente superior ou inferior ao valor teórico esperado: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001, de acordo com o teste exato de Fisher.

Pela análise da tabela anterior, pode verificar-se o menor número de menção das categorias *Economia e conveniência* e *Saúde e bem-estar* pelo escalão etário de 18 a 34 anos. Contrariamente, na categoria *Emoções positivas*, o escalão etário mais jovem apresenta uma frequência de menção inferior ao valor esperado, enquanto que o escalão mais velho, idades superiores a 55 anos, apresenta uma frequência de menção superior ao valor esperado.

Relativamente ao sexo, verifica-se uma maior frequência de menção pelo sexo feminino de palavras e termos da categoria *Alimentação*. Esta diferença poderá ser explicada pela maior presença do sexo feminino nas tarefas domésticas relacionadas com as refeições e alimentação. Por outro lado, para a categoria *Exemplos de ervas aromáticas*, existe uma frequência de menção bastante superior pelo sexo masculino.

Na quarta questão do inquérito, onde se avaliaram as associações dos inquiridos relativamente a *Alface produzida em hidroponia*, foram obtidas 495 resposta e os termos mais mencionados foram: *Saudável* (8.2%, n=45), *Água* (6.2%, n=34), *Artificial* (2.5%, n=14), *Produção* (2.5%, n=14) e *Limpeza* (2.4%, n=13). O conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência de menção encontram-se representados graficamente na Figura 39, constituindo 51.6% do total.

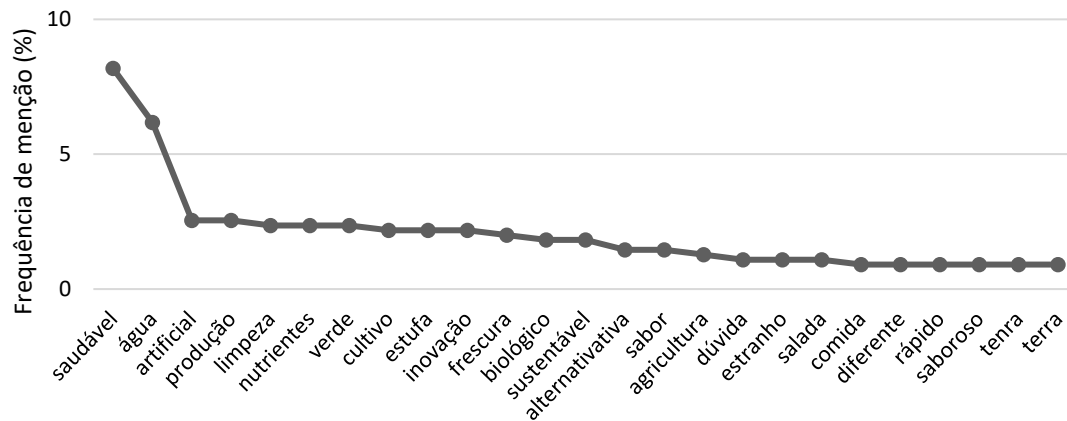


Figura 39 – Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 4 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia?”.

As palavras e/ou expressões mencionadas foram agrupadas em nove categorias segundo o seu significado (Agricultura: 17.0%, Alimentação: 15.5%, Ambiente: 12.0%, Características organoléticas: 9.7%, Ciência: 9.9%, Economia e conveniência: 5.4%, Emoções negativas: 9.0%, Emoções positivas: 6.7%, Saúde e higiene: 14.8%). Posteriormente foi realizado um teste qui quadrado global avaliando a frequência de menção das categorias identificadas relativamente à frequência de consumo de alface. A frequência de consumo de alface considerada foi a reportada na questão n.º 7 do inquérito e foram definidos três grupos de consumidores tendo em conta a frequência de consumo: i) reduzida (nunca ou menos de 1 vez por mês e 1 a 3 vezes por mês), ii) moderada (1 vez por semana e 2 a 4 vezes por semana), iii) elevado (5 a 6 vezes por semana e 1 ou mais do que 1 vez por dia). No entanto, para esta questão, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na frequência de menção de todas as categorias relativamente à frequência de consumo de alface ($p > 0.05$).

Adicionalmente, foi também realizado um teste qui quadrado global relativamente ao *Sexo*, *Idade* e *Habilitações académicas*. Foram somente encontradas diferenças estatisticamente significativas nos grupos amostrais das variáveis *Idade* e *Habilitações académicas*. Na Tabela 18 é apresentado o número de citações de menção de cada categoria e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula para essas mesmas variáveis.

Tabela 18 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 4 "Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia?" e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade e habilitações académicas.

Categoria (exemplos de termos)	Idade			Habilitações académicas	
	18-34	35-54	+ 55	Sem HS	Com HS
Agricultura (<i>agricultura, cultivo, estufa, produção, raízes</i>)	33	26	20	36	36
Alimentação (<i>água, consumo, alimentação, nutrientes, salada</i>)	26	30	16	26	30
Ambiente (<i>biológico, hormonas, fertilizantes, químicos, rega</i>)	25	19	12	16	29
Características organoléticas (<i>frescura, verde, sabor, tenra, cor</i>)	14	19	12	13	33(+)*
Ciência (<i>alternativa, inovação, futuro, tecnologia, laboratório</i>)	28(+)**	10	8	13	12
Economia e conveniência (<i>preço, facilidade, investimento, rentável, prático</i>)	15(+)*	4	6	20	22
Emoções negativas (<i>estranho, artificial, dúvida, estranho, perigoso</i>)	12	18	12	10	21
Emoções positivas (<i>bom, qualidade, saboroso, vantajoso, rico</i>)	15	5	11	28	41

HB: habilitações académicas superiores

Efeito do qui-quadrado por célula. (+) e (-) indicam se o valor observado é significativamente superior ou inferior ao valor teórico esperado: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$, de acordo com o teste exato de Fisher.

Ao observar a Tabela 18 podemos reparar que a faixa etária dos 18 aos 34 anos menciona com maior frequência termos e/ou palavras da categoria *Ciência* e da categoria *Economia e conveniência*. Por outro lado, os inquiridos com habilitações académicas superiores apresentam uma maior frequência de menção de termos relacionados com características organoléticas quando comparado com os inquiridos sem habilitações académicas superiores.

A questão n.º 4 (*alface produzida em hidroponia*) é, no fundo, a agregação da questão n.º 1 (*hidroponia*) e da questão n.º 2 (*alface*). Assim, é importante realçar o facto de que nas questões n.º 1 e 2 não terem sido mencionados termos relacionados com a conveniência. No entanto, na questão sobre *alface produzida em hidroponia*, os consumidores parecem reconhecer e associar este produto com a conveniência, reportando termos como *sempre à mão, tempo, facilidade, etc.*

Na quinta questão do inquérito, avaliaram-se as associações relativamente a *Ervas aromáticas produzidas em hidroponia* e obtiveram-se 475 respostas. Nesta questão, os termos e expressões com maior menção foram: *Água* (5.6%, $n=29$), *Saudável* (5.6% $n=29$), *Aroma* (4.7%, $n=24$), *Sabor* (4.1%, $n=21$) e *Produção* (2.7%,

n=14). O conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência de menção encontram-se representados graficamente na Figura 40, constituindo 48.1% do total.

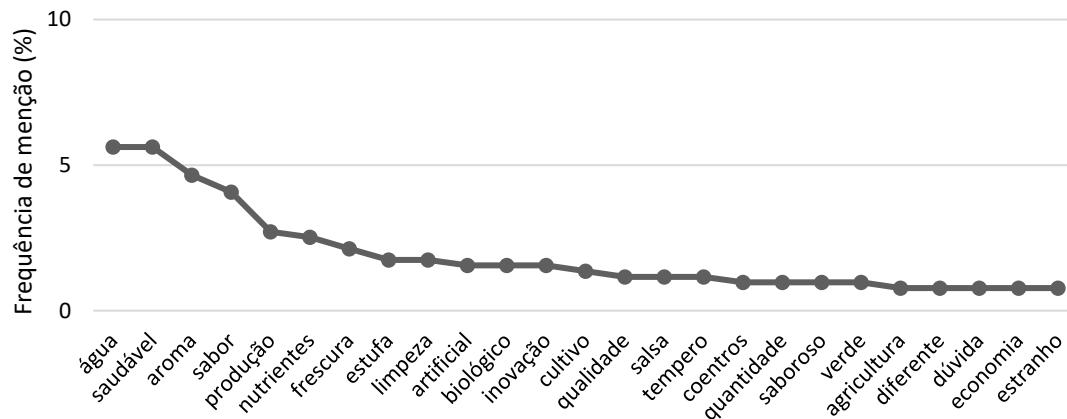


Figura 40 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?”.

As palavras e/ou expressões mencionadas pelos inquiridos foram agrupadas em onze categorias segundo o seu significado (Agricultura: 12.4%, Alimentação: 13.9%, Ambiente: 5.1%, Características organoléticas: 5.3%, Ciência: 10.0%, Economia e conveniência: 11.9%, Emoções negativas: 7.1%, Emoções positivas: 6.6%, Exemplos de ervas aromáticas: 5.3%, Saúde e higiene: 10.8%, Sensações: 11.5%). Na Tabela 19 é apresentado o número de citações de cada categoria identificada e os respetivos resultados do teste qui quadrado por célula relativamente ao *Sexo*, *Idade*, *Habilitações académicas* e *Frequência de consumo de ervas aromáticas*.

Pela observação cuidada da Tabela 19, relativamente ao sexo pode dizer-se que o sexo feminino apresenta uma maior frequência de menção das categorias *Alimentação* e *Economia e conveniência*. Como já foi referido anteriormente, este facto pode ser explicado pela maior presença das mulheres na realização de tarefas relacionadas com a aquisição e confeção das refeições. Por outro lado, o sexo masculino apresenta uma maior frequência de menção das categorias *Ciência* e *Emoções positivas*.

Relativamente à idade, as diferenças entre as frequências de menção são bastante mais generalizadas, uma vez que em todas as categorias são encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os escalões etários, denotando uma grande heterogeneidade dos dados relativos à idade dos inquiridos. Quanto às habilitações académicas, há também grandes diferenças na frequência de menção, sendo que somente a categoria *Características organoléticas* mantém uma igualdade

estatística entre os inquiridos sem habilitações académicas superiores e com habilitações académicas superiores. Posteriormente, e de forma geral, pode dizer-se que os inquiridos com habilitações académicas superiores apresentam uma maior associação do termo *Ervas aromáticas produzidas em hidroponia* com termos relacionados com *Agricultura, Alimentação, Ambiente, Ciência e Economia e conveniência*. Em contraste, inquiridos sem habilitações académicas superiores referem mais termos relacionados com *Emoções positivas e negativas, Exemplos de ervas aromáticas, Saúde e higiene e Sensações*.

Já em relação à frequência de consumo de ervas aromáticas, podem notar-se diferenças estatisticamente significativas para a frequência de menção em sete das onze categorias identificadas. Para visualizar de forma mais clara como se relacionam as frequências de consumo de ervas aromáticas e a frequência de menção de cada categoria identificada, foi realizada uma análise de correspondência. O mapa resultante da análise de correspondência é apresentado na Figura 41.

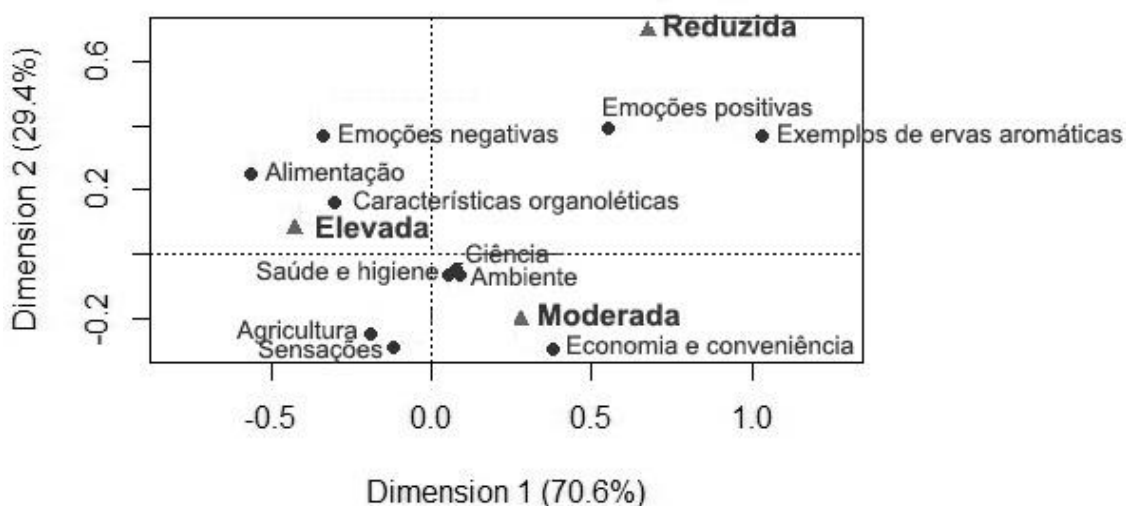


Figura 41 – Representação das categorias identificadas e das frequências de consumo de ervas aromáticas na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência resultante da tabela de frequências de menção para a questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?”.

Da análise da Tabela 19 e do mapa da análise de correspondência (Figura 41), pode reparar-se numa maior associação das categorias *Alimentação* e *Emoções negativas* por parte dos inquiridos que reportam uma frequência de consumo elevada de ervas aromáticas. Por outro lado, há uma menor associação destes inquiridos com termos das categorias *Emoções positivas, Exemplos de ervas aromáticas e Economia e conveniência*. A elevada associação a *Emoções negativas* e a baixa associação a *Emoções positivas*, indica uma elevada repulsa do cultivo hidropónico por parte dos consumidores mais frequentes.

Adicionalmente, é ainda de realçar a maior associação de termos relacionados com *Emoções positivas* e *Exemplos de ervas aromáticas* pelos inquiridos que reportam uma frequência de consumo reduzida.

Para os inquiridos que consomem moderadamente ervas aromáticas, verifica-se uma elevada associação com termos relacionados com *Economia e conveniência* ($p < 0.001$) e Exemplos de ervas aromáticas. Contrariamente, há uma menor associação relativamente a termos relacionados com *Alimentação* e *Emoções negativas*.

Na sexta, e última questão de associação livre do inquérito, avaliaram-se as associações relativamente a *Alface produzida em hidroponia e comercializada com raiz* e obtiveram-se 402 respostas. Nesta questão, os termos e expressões com maior menção foram: *Saudável* (4.4%, $n=23$), *Água* (3.9%, $n=20$), *Frescura* (3.3%, $n=17$), *Verde* (2.7%, $n=14$) e *Biológico* (1.9%, $n=10$). O conjunto dos 25 termos mais frequentemente mencionados nesta questão e a respetiva frequência de menção encontram-se representados graficamente na Figura 42, constituindo 39.6% do total.

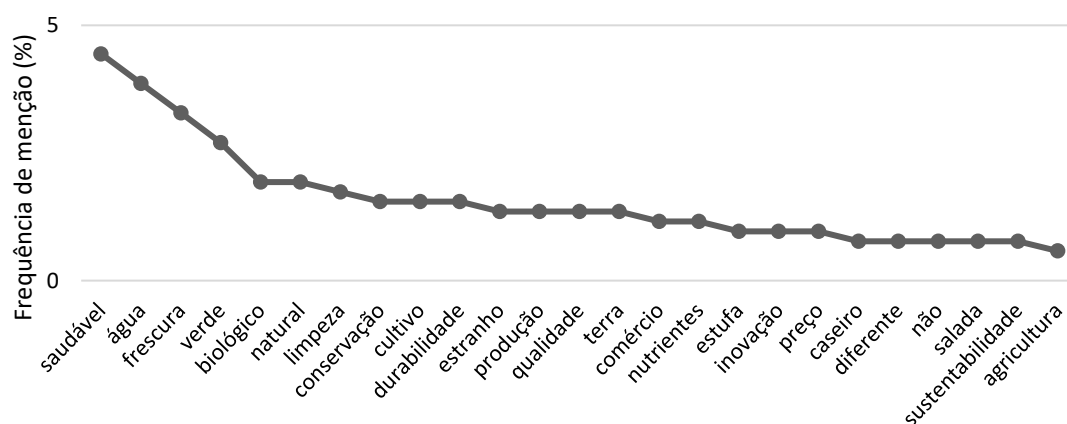


Figura 42 - Frequência de menção dos 25 termos mais mencionados na questão n.º 6 "Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?".

As palavras e/ou expressões mencionadas pelos inquiridos foram agrupadas em nove categorias segundo o seu significado (Agricultura: 14.7%, Alimentação: 10.9%, Características organoléticas: 6.6%, Ciência e ambiente: 8.7%, Conveniência: 8.5%, Economia: 9.0%, Emoções negativas: 13.7%, Emoções positivas: 9.0%, Saúde e higiene: 18.9%). Na Tabela 20 é apresentado o número de citações de cada categoria identificada e os respetivos resultados do teste qui quadrado por célula relativamente à *Idade* e *Frequência de consumo de alface*. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas relativamente à frequência de menção das categorias relativamente ao *Sexo* e às *Habilitações académicas* ($p > 0.05$) na avaliação de teste qui quadrado global.

Tabela 19 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 5 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em ervas aromáticas produzidas em hidroponia?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente ao sexo, idade, habilitações académicas e frequência de consumo de ervas aromáticas.

Categoria (exemplos de termos)	Sexo		Idade			Habilitações académicas		Frequência de consumo de ervas aromáticas		
	Feminino	Masculino	18-34	35-54	+ 55	Sem HS	Com HS	Reduzida	Moderada	Elevada
Agricultura (<i>agricultura, solo, estufa, produção, raízes</i>)	44(+)**	12	52(+)**	4(-)**	0(-)**	16	40(+)*	0(-)**	28	28
Alimentação (<i>água, consumo, tempero, salada, nutrientes</i>)	35	28	55(+)**	8(-)**	0(-)**	8	55(+)**	4	12(-)**	47(+)**
Ambiente (<i>biológico, sustentabilidade, temperatura, humidade, químicos</i>)	15	8	5(-)*	0(-)**	18(+)**	4	19(+)**	2	12	9
Características organoléticas (<i>frescura, verde, pequenas, cor</i>)	12	12	0(-)**	6	18(+)**	8	16	2	8	14
Ciência (<i>alternativa, solução, sistema, tecnologia, laboratório</i>)	18	27(+)**	7(-)**	22(+)*	16	8	37(+)**	4	23	18
Economia e conveniência (<i>preço, fácil, sempre à mão, rendimento, prático</i>)	48(+)**	6	5(-)**	17	32(+)**	8	46(+)**	4	38(+)**	12(-)**
Emoções negativas (<i>artificial, estranho, insípido, doenças, perigoso</i>)	21	11	0(-)**	20(+)**	12	25(+)**	7	4	7(-)**	21(+)*
Emoções positivas (<i>qualidade, saboroso, interessante, gostoso, vantagens</i>)	7	23(+)**	12	18(+)**	0(-)**	18(+)*	12	8(+)**	15	7(-)*
Exemplos de ervas aromáticas (<i>orégãos, salsa, tomilho, alecrim, coentros</i>)	11	13	15(+)*	9	0(-)**	20(+)**	4	8(+)**	16(+)*	0(-)**
Saúde e higiene (<i>limpeza, saudável, higiene</i>)	29	20	25	24(-)*	0(-)**	41(+)**	8	4	25	20
Sensações (<i>sabor, aroma</i>)	32	20	12(-)*	20	20(-)*	32(+)**	20	0(-)**	28	24

HS: habilitações académicas superiores

Efeito do qui-quadrado por célula. (+) e (-) indicam se o valor observado é significativamente superior ou inferior ao valor teórico esperado: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001, de acordo com o teste exato de Fisher.

Tabela 20 - Frequência de menção das categorias identificadas na questão n.º 6 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?” e os respetivos resultados do teste qui-quadrado por célula relativamente à idade e à frequência de consumo de alface.

Categoria (exemplos de termos)	Idade			Frequência de consumo de alface		
	18-34	35-54	+ 55	Reduzida	Moderada	Elevada
Agricultura (<i>agricultura, solo, estufa, produção, raízes</i>)	24	18	20	17(+)*	31	14
Alimentação (<i>água, consumo, tempero, salada, nutrientes</i>)	22	14	10	7	22	17
Características organoléticas (<i>frescura, verde, pequenas, cor</i>)	8	16(+)**	4	4	20	4
Ciência e ambiente (<i>tecnologia, laboratório, biológico, sustentabilidade</i>)	21(+)*	6	10	4	23	10
Conveniência (<i>fácil, sempre à mão, prático, durabilidade, conservação</i>)	14	10	12	5	24	7
Economia (<i>preço, dinheiro, caro, comércio, lucro</i>)	23(+)*	4(-)*	11	4	26	8
Emoções negativas (<i>artificial, estranho, insípido, doenças, perigoso</i>)	23	20	15	13	24(-)*	21
Emoções positivas (<i>qualidade, saboroso, interessante, gostoso, vantagens</i>)	16	10	12	5	16	17(+)*
Saúde e higiene (<i>limpeza, saudável, higiene</i>)	23(-)*	20	37(+)**	10	46	24

Efeito do qui-quadrado por célula. (+) e (-) indicam se o valor observado é significativamente superior ou inferior ao valor teórico esperado: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001, de acordo com o teste exato de Fisher.

Pela análise da Tabela 20 é possível reparar numa maior associação, pelo escalão etário mais jovem, com termos relacionados com *Ciência e ambiente* e *Economia*. De forma contrária, há uma menor associação deste grupo com termos relacionados com *Saúde e higiene*. Relativamente ao escalão etário dos 35 aos 54 anos, há uma maior associação com termos relativos a *Características organoléticas* e uma menor associação com *Economia*. Unicamente pensando na categoria *Economia*, é curioso observar que o escalão etário mais jovem é aquele que o associa mais fortemente com o termo em estudo. Já os inquiridos com mais de 55 anos são aqueles que mais frequentemente mencionam termos relacionados com *Saúde e higiene*.

Esta é, no fundo, a associação do conceito da raiz à questão n.º 4 (*alface produzida em hidroponia*). Realça-se o curioso facto de nesta última questão terem surgido termos relacionado com *Saúde e higiene*, enquanto que na questão n.º 4 isso não se verificou. Além disso, achou-se pertinente a separar-se em duas categorias distintas os termos relacionados com *Conveniência* e *Economia*. Dessa forma, verificou-se, ainda, que os consumidores parecem associar mais frequentemente termos

relacionados com a *Conveniência* relativamente à alface produzida em hidroponia comercializada com raiz.

Relativamente à frequência de consumo de alface, são encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos relativamente a três das nove categorias identificadas. Para visualizar de forma mais clara como se relacionam as frequências de consumo e as frequências de menção de cada categoria, foi igualmente realizada uma análise de correspondência. O mapa resultante da análise de correspondência é apresentado na Figura 43.

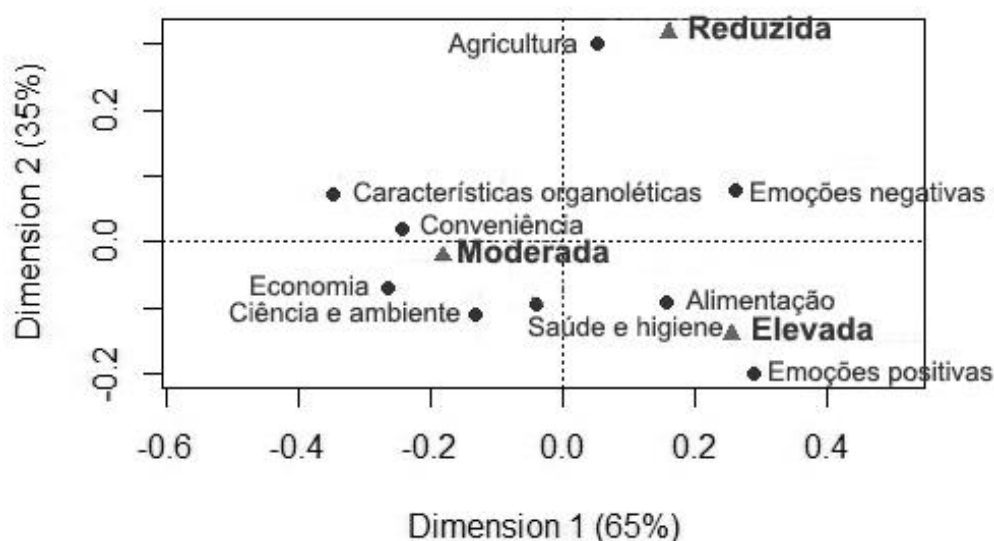


Figura 43 – Representação das categorias identificadas e das frequências de consumo de alface na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência resultante da tabela de frequências de menção para a questão n.º 6 “Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em alface produzida em hidroponia comercializada com raiz?”.

Através da observação da Tabela 20 e da Figura 43, pode reparar-se numa maior associação de termos relacionados com *Agricultura* por parte dos consumidores menos frequentes. Igualmente se verifica uma maior associação por parte dos inquiridos que reportam uma frequência de consumo elevada com termos relacionados com *Emoções positivas*. Realça-se também o facto de haver uma menor associação de termos emocionalmente negativos por parte dos inquiridos que reportam uma frequência de consumo de alface moderada. Estes dois últimos dados podem indicar uma possível aceitação por partes dos consumidores mais assíduos de alface da sua comercialização com raiz.

5 Conclusões

A alface é uma das hortícolas mais consumida em Portugal, verificando-se que a maioria das pessoas consome alface 2 a 4 vezes por semana, e que esta é normalmente adquirida inteira e não embalada, em supermercados, hipermercados, mercearias e lojas de comércio tradicional.

Uma vez que nos últimos anos tem-se assistido a um aumento no interesse da produção hidropónica de alguns produtos hortofrutícolas e, que este tipo de produção pode permitir a comercialização de alface com o sistema radicular intacto, avaliou-se a influência da manutenção da raiz em três grupos de estudo da alface relativamente à manutenção de parâmetros de qualidade pós-colheita.

A cor da alface é um dos parâmetros mais importantes relacionado com a aceitação do consumidor, e atua frequentemente como indicador de qualidade, já que é uma das primeiras características a ser percebida pelo consumidor. Ao longo de um armazenamento de treze dias, alfaces com raiz em bolsa de água são capazes de manter a sua cor verde significativamente mais intensa relativamente a alfaces sem raiz e alfaces com raiz ao ar. Adicionalmente, pode dizer-se que nas alfaces com raiz em bolsa de água, no final do armazenamento refrigerado, a diferença total de cor relativamente ao dia colheita (dia 0), é significativamente inferior relativamente aos outros grupos de alface quem têm comportamentos semelhantes relativamente à degradação da sua cor.

Além disso, o teor em clorofila de alfaces com raiz em bolsa de água é significativamente superior às restantes a partir do oitavo dia e até final do armazenamento. Este dado era expectável já que a cor das amostras está intimamente relacionada com o conteúdo em clorofila e, quanto maior for o conteúdo em clorofila, mais intensa será a cor verde das amostras.

Por outro lado, a perda de massa dos produtos frescos é responsável por grande parte da perda de qualidade sensorial. Na experiência laboratorial, verificou-se que, a partir do terceiro dia até ao final do armazenamento, alfaces com raiz em bolsa de água têm uma perda de massa significativamente inferior relativamente a alfaces sem raiz e com raiz ao ar. Adicionalmente, a partir do sexto dia de armazenamento, as perdas de massa dos três grupos comparativos são diferentes entre si, sendo que alfaces com raiz ao ar perdem mais massa que alfaces sem raiz, que perdem mais massa que alfaces com raiz em bolsa de água.

Relativamente ao teor em água, avaliado no dia da colheita e no final do armazenamento, não se verificaram diferenças significativas em relação ao tratamento das alfaces. No entanto, no dia da colheita, o teor em água das amostras era de 93.45% (± 7.20). Este valor está em concordância com os valores encontrados na literatura (USDA, 2015). No final do armazenamento, o teor em água das alfaces sem raiz era de 84.84% (± 1.18), das alfaces com raiz em bolsa de água 86.90% (± 1.03) e das alfaces com raiz ao ar 85.06% (± 2.98).

Avaliou-se também a qualidade global de todas as amostras através da avaliação de três parâmetros, o acastanhamento, emurchecimento e aparência global. O acastanhamento das amostras agravou-se durante o armazenamento para todos os grupos de estudo. No entanto, embora não tivessem sido detetadas diferenças significativas entre o acastanhamento das alfaces sem raiz e com raiz ao ar, as alfaces com raiz em bolsa de água, a partir do sexto dia de armazenamento e até ao final, apresentam um acastanhamento significativamente inferior às restantes alfaces. No dia 13, as alfaces sem raiz apresentavam um acastanhamento médio de 5.70 (± 1.34), as alfaces com raiz ao ar 5.40 (± 1.58) e as alfaces com raiz em bolsa de água 3.80 (± 1.22) numa escala de 1 (ausente) a 9 (muito intenso).

Quanto ao emurchecimento, a evolução foi semelhante ao relatado anteriormente. Desde o terceiro dia até ao final do armazenamento, as alfaces com raiz em bolsa de água apresentavam um emurchecimento significativamente inferior relativamente às alfaces sem raiz. No entanto, relativamente às alfaces com raiz ao ar, esta diferença verifica-se apenas a partir do sexto dia. Assim, no final do armazenamento refrigerado, as alfaces sem raiz apresentavam um emurchecimento médio de 8.60 (± 0.52), as alfaces com raiz ao ar 8.00 (± 1.15) e as alfaces com raiz em bolsa de água 2.30 (± 1.16) numa escala de 1 (ausente) a 9 (muito intenso). A diferença do nível de emurchecimento das alfaces com raiz em bolsa de água relativamente às restantes no final do armazenamento foi bastante grande.

Por último, foi também avaliada a aparência global das amostras, onde mais uma vez, as alfaces sem raiz apresentam uma *performance* superior às restantes. A partir do terceiro dia relativamente às alfaces em raiz, e a partir do sexto dia para as alfaces com raiz ao ar, é possível verificar uma aparência global significativamente superior das alfaces com raiz em bolsa de água. Assim, no final do armazenamento, as alfaces sem raiz apresentavam uma aparência global média de 1.10 (± 0.32), as alfaces com raiz ao ar 1.80 (± 0.92) e as alfaces com raiz em bolsa de água 5.70 (± 0.95) numa escala de 1 (muitas alterações) a 9 (sem alterações).

De forma global, é claramente notório que a manutenção da raiz no momento da colheita da alface tem influência na evolução dos parâmetros de qualidade pós-colheita. Assim, pode dizer-se que alfaces com raiz em bolsa de água mantêm a sua qualidade durante um período de tempo bastante mais longo do que alfaces sem raiz.

Uma vez que a hidroponia é uma técnica de cultivo relativamente recente, achou-se pertinente avaliar a percepção do consumidor relativamente a este termo e entender a aceitação do consumidor relativamente à comercialização de alfaces com raiz.

Assim, através da análise dos dados relativos ao inquérito sobre a percepção do consumidor, verificou-se que, quando confrontados com o termo *hidroponia*, os consumidores mais jovens criam mais fortemente associações espontâneas com termos relacionados com o ambiente. De forma contrária, são os que mencionam significativamente menos termos relacionados com emoções negativas. Verificou-se ainda que o desconhecimento da hidroponia e do seu significado é grande para consumidores com idades entre os 35 e os 55 anos e para consumidores sem habilitações académicas superiores. Realça-se ainda que os termos e/ou expressões mais frequentemente mencionados pelos consumidores quando confrontados com o termo *hidroponia* são *Água* (26.3%, n=121), *Cultivo* (13.3%, n=61), *Não sei o que é* (3.9%, n=18), *Alimentação* (3.5%, n=16) e *Nutrientes* (3.0%, n=14).

Adicionalmente, quando confrontados com o termo alface produzida em hidroponia, os consumidores mais jovens revelam significativamente mais associações com termos relacionados com ciência e economia e conveniência. Por outro lado, consumidores com habilitações académicas superiores, criam associações com termos relacionados com características organoléticas como a frescura, o sabor e o cheiro. Realça-se ainda que os termos e/ou expressões mais frequentemente mencionados pelos consumidores foram: *Saudável* (8.2%, n=45), *Água* (6.2%, n=34), *Artificial* (2.5%, n=14), *Produção* (2.5%, n=14) e *Limpeza* (2.4%, n=13).

Com o intuito de conhecer a aceitação do consumidor relativamente a alfaces comercializadas com raiz, perguntou-se aos consumidores quais as palavras que lhe vinham à mente quando pensavam em alface produzida em hidroponia e comercializada com raiz. Verificou-se que os consumidores mais jovens associam mais fortemente este produto com termos relacionados com a ciência e o ambiente. Da mesma forma são também os que mais associam com termos relacionados com a economia, como o preço. Já os consumidores com idades entre 35 e 54 anos são os que mais referem termos relacionados com características organoléticas, enquanto que os consumidores com idades superiores a 55 anos mencionam termos de saúde e higiene.

Adicionalmente, os consumidores foram categorizados segundo a frequência de consumo de alface e, pode dizer-se que os consumidores com um consumo de alface elevado criam mais fortemente associações espontâneas com emoções positivas enquanto que, os consumidores com frequência de consumo moderada são os que referem menos termos relacionados com emoções negativas. Realça-se que termos e/ou expressões mais frequentemente mencionados pelos consumidores foram: *Saudável* (4.4%, n=23), *Água* (3.9%, n=20), *Frescura* (3.3%, n=17), *Verde* (2.7%, n=14) e *Biológico* (1.9%, n=10).

Estes dados, de forma geral, indicam que poderá haver potencial para a comercialização de alface com raiz. Verifica-se que os consumidores assíduos de alface, não só não criam uma repulsa à ideia, como parecem reconhecer a suas vantagens.

O presente trabalho fornece informações novas não só sobre a percepção do consumidor sobre hidroponia, como da evolução da qualidade pós-colheita de alfaces colhidas e comercializadas com raiz. Espera-se que os dados apresentados possam servir como motivação para o desenvolvimento de novas investigações nesta área. Considera-se que, alfaces produzidas em hidroponia, comercializadas com o seu sistema radicular em bolsa de água possam ser inovadoras no mercado e com capacidade de fornecer aos consumidores um produto mais fresco durante um maior período de tempo.

Referências bibliográficas

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research in Medical Sciences : The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 19(2), 164-174.
- Abbott, J. A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 207-225.
- Aguero, M. V., Barg, M. V., Yommi, A., & Roura, S. I. (2010). Differential effects of low humidity levels on butterhead quality indices related to external, middle and internal lettuce sections. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 2(1), 25-40.
- Agüero, M. V., Ponce, A. G., Moreira, M. R., & Roura, S. I. (2011). Lettuce quality loss under conditions that favor the wilting phenomenon. *Postharvest Biology and Technology*, 59(2), 124-131.
- Agüero, M. V., Viacava, G. E., Moreira, M. R., & Roura, S. I. (2014). Delayed Cooling or Suboptimal Storage Temperatures Reduce Butterhead Lettuce Shelf-Life. *International Journal of Vegetable Science*, 20(1), 59-77.
- Almeida, D. (2006). Asteráceas: Alface. In E. Presença (Ed.), *Manual de Culturas Hortícolas* (Vol. 1, pp. 158-181). Lisboa.
- Anderson, J. W., & Hanna, T. J. (1999). Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. *J Nutr*, 129(7 Suppl), 1457s-1466s.
- Ares, G., de Saldamando, L., Giménez, A., Claret, A., Cunha, L. M., Guerrero, L., . . . Deliza, R. (2015). Consumers' associations with wellbeing in a food-related context: A cross-cultural study. *Food Quality and Preference*, 40, Part B, 304-315.
- Atkinson, L. D., Hilton, H. W., & Pink, D. A. C. (2013). A study of variation in the tendency for postharvest discoloration in a lettuce (*Lactuca sativa*) diversity set. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(4), 801-807.
- Baslam, M., Morales, F., Garmendia, I., & Goicoechea, N. (2013). Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces (*Lactuca sativa* L.) consumed as salads. *Scientia Horticulturae*, 151, 103-111.
- Ben-Yehoshua, S. (1987). Transpiration, water stress, and gas exchange. In J. Weichmann (Ed.), *Postharvest Physiology of Vegetables* (pp. 113-170). New York: Marcel Dekker.
- Ben-Yehoshua, S., & Rodov, V. (2003). Transpiration and Water Stress. In J. K. B. Jerry A. Bartz (Ed.), *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Block, G., Patterson, B., & Subar, A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer*, 18(1), 1-29.
- Bourne, M. C. (1982). *Food texture and viscosity: Concept and measurement*. London: Academic Press.
- Brash, D. W., Charles, C. M., Wright, S., & Bycroft, B. L. (1995). Shelf-life of stored asparagus is strongly related to postharvest respiratory activity. *Postharvest Biology and Technology*, 5(1), 77-81.
- Bugbee, B. (2004). *Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture*. Paper presented at the South Pacific Soilless Culture Conference (SPSCC), Palmerston North; New Zealand. Conference Paper retrieved from
- Camelo, A. F. L. (2004). *Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables: From field to market*. Rome: Food Agriculture Organization of the United Nations.
- Carlos Díaz-Pérez, J. (1998). Transpiration rates in eggplant fruit as affected by fruit and calyx size. *Postharvest Biology and Technology*, 13(1), 45-49.
- Coria-Cayupán, Y. S., Sánchez de Pinto, M. I., & Nazareno, M. A. (2009). Variations in Bioactive Substance Contents and Crop Yields of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Cultivated in Soils with Different Fertilization Treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), 10122-10129.
- Daryani, A., Ettehad, G. H., Sharif, M., Ghorbani, L., & Ziaei, H. (2008). Prevalence of intestinal parasites in vegetables consumed in Ardabil, Iran. *Food Control*, 19(8), 790-794.
- DeEll, J. R., Prange, R. K., & Peppelenbos, H. W. (2003). Postharvest physiology of fresh fruits and vegetables. In A. Chakraverty, A. S. Mulumdar, G. S. V. Raghavan, & H. S. Ramaswamy (Eds.), *Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea and Spices* (pp. 455-483): Marcel Dekker Inc.

- Disqual. Manual de boas práticas - Alface. Available at <http://fneed.net/horta/alface.pdf>
- Escalona, V. H., Verlinden, B. E., Geysen, S., & Nicolaï, B. M. (2006). Changes in respiration of fresh-cut butterhead lettuce under controlled atmospheres using low and superatmospheric oxygen conditions with different carbon dioxide levels. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), 48-55.
- Eskin, N. A., Grossman, S., & Pinsky, A. (1977). Biochemistry of lipoxygenase in relation to food quality. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr*, 9(1), 1-40.
- FAOSTAT. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at www.fao.org/faostat
- Fillion, L., & Kilcast, D. (2002). Consumer perception of crispness and crunchiness in fruits and vegetables. *Food Quality and Preference*, 13(1), 23-29.
- Fonseca, J. M. (2006). Postharvest Quality and Microbial Population of Head Lettuce as Affected by Moisture at Harvest. *Journal of Food Science*, 71(2), M45-M49.
- Fonseca, S. C., Oliveira, F. A. R., & Brecht, J. K. (2002). Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, 52(2), 99-119.
- Francis, F. J. (2002). 12 - Food colorings. In D. B. MacDougall (Ed.), *Colour in Food* (pp. 297-330): Woodhead Publishing.
- Gašparíková, O., Mistrík, I., & Čiamporová, M. (2002). Plant roots – The hidden half. *Annals of Botany*, 90(6), 775-776.
- Gericke, W. F. (1937). Hydroponics crop production in liquid culture media. *Science*, 85, 177-178.
- Giugliano, D., & Esposito, K. (2008). Mediterranean diet and metabolic diseases. *Curr Opin Lipidol*, 19(1), 63-68.
- Gomes Neto, N. J., Lucena Pessoa, R. M., Barbosa Nunes Queiroga, I. M., Magnani, M., de Sousa Freitas, F. I., de Souza, E. L., & Maciel, J. F. (2012). Bacterial counts and the occurrence of parasites in lettuce (*Lactuca sativa*) from different cropping systems in Brazil. *Food Control*, 28(1), 47-51.
- Gopala Rao, C. (2015). Chapter 2 - Postharvest Physiology of Fruits and Vegetables *Engineering for Storage of Fruits and Vegetables* (pp. 13-38): Academic Press.
- Guedard, M. L., Schraauwers, B., Larrieu, I., & Bessoule, J.-J. (2008). Development of a biomarker for metal bioavailability: The lettuce fatty acid composition. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(5), 1147-1151.
- Gürtler, V. (2016). Hydroponics - What on Earth is Going On. *Contemporary Food Lab*. Available at <http://contemporaryfoodlab.com/hungry-world/2014/04/hydroponics-what-on-earth-is-going-on/>
- Haisman, D. R., & Clarke, M. W. (1975). The interfacial factor in the heat-induced conversion of chlorophyll to pheophytin in green leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(8), 1111-1126.
- Heimdal, H., KÜHn, B. F., Poll, L., & Larsen, L. M. (1995). Biochemical Changes and Sensory Quality of Shredded and MA-Packaged Iceberg Lettuce. *Journal of Food Science*, 60(6), 1265-1268.
- INE. (2016). Instituto Nacional de Estatística. Available at www.ine.pt
- Institute of Medicine. (2000). *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Retrieved from Washington, D.C.: <http://www.nap.edu/read/6015/chapter/1>
- Institute of Medicine. (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Retrieved from Washington, D.C.: <https://www.nap.edu/read/10026/chapter/1#ii>
- Institute of Medicine. (2002). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. Retrieved from Washington D.C.: <https://www.nap.edu/read/10490/chapter/1>
- Institute of Medicine. (2004). *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Retrieved from Washington D.C.: <https://www.nap.edu/read/10925/chapter/1>
- Johnson, B. (2002). Greenhouse nutrient management: regulations and treatment options. *The Growing Edge*(13(6)), 38-43.
- Jones Jr., J. B. (2006). *Hydroponics - A Practical Guide for the Soilless Grower* (2nd Edition ed. Vol. 72): CRC Press.
- Kader, A. A. (2002). Postharvest Biology and Technology: an Overview. In A. A. Kader (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (3rd ed., Vol. 3529, pp. 39-48): Agriculture and Natural Resources.

- Kader, A. A., & Saltveit, M. E. (2003). Respiration and Gas Exchange. In J. K. B. Jerry A. Bartz (Ed.), *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. *International Journal of Food Science & Technology*, 36(7), 703-725.
- Kaur, N., Chugh, V., & Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods- a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2289-2303.
- Kawashima, L. M., & Soares, L. M. V. (2003). Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(5), 605-611.
- Kidmose, U., Edelenbos, M., Nørbæk, R., & Christensen, L. P. (2002). 8 - Colour stability in vegetables. In D. B. MacDougall (Ed.), *Colour in Food* (pp. 179-232): Woodhead Publishing.
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *The stability and shelf-life of food* (D. Kilcast & P. Subramaniam Eds.). England: Woodhead Publishing Limited.
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19-34.
- Kirkby, E. A. (2005). Essential Elements. In D. Hillel (Ed.), *Encyclopedia of Soils in the Environment* (pp. 478-485). Oxford: Elsevier.
- Kloubert, V., & Rink, L. (2015). Zinc as a micronutrient and its preventive role of oxidative damage in cells. *Food Funct*, 6(10), 3195-3204.
- Kotsiras, A., Vlachodimitropoulou, A., Gerakaris, A., Bakas, N., & Darras, A. I. (2016). Innovative harvest practices of Butterhead, Lollo rosso and Batavia green lettuce (*Lactuca sativa* L.) types grown in floating hydroponic system to maintain the quality and improve storability. *Scientia Horticulturae*, 201, 1-9.
- Koudela, M., & Petříková, K. (2008). Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var *crispa*). *Horticultural Science*, 35(3), 99-106.
- Lee, D. S., Hagggar, P. E., Lee, J., & Yam, K. L. (1991). Model for Fresh Produce Respiration in Modified Atmospheres Based on Principles of Enzyme Kinetics. *Journal of Food Science*, 56(6), 1580-1585.
- Lee, J. H., Felipe, P., Hyung Yang, Y., Yeon Kim, M., Yoon Kwon, O., Sok, D.-E., . . . Ree Kim, M. (2009). Effects of dietary supplementation with red-pigmented leafy lettuce (*Lactuca sativa*) on lipid profiles and antioxidant status in C57BL/6J mice fed a high-fat high-cholesterol diet. *British Journal of Nutrition*, 101(8), 1246-1254.
- Lee, S., & Lee, J. (2015). Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and characteristics of hydroponic food production methods. *Scientia Horticulturae*, 195, 206-215.
- Llorach, R., Martínez-Sánchez, A., Tomás-Barberán, F. A., Gil, M. I., & Ferreres, F. (2008). Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chemistry*, 108(3), 1028-1038.
- López-Gálvez, G., Saltveit, M., & Cantwell, M. (1996). The visual quality of minimally processed lettuces stored in air or controlled atmosphere with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biology and Technology*, 8(3), 179-190.
- Lopez-Galvez, G., Saltveit, M. E., & Cantwell, M. I. (1996). The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmospheres with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biology and Technology*, 8, 179-190.
- Lopez-Jaramillo, P., Lopez-Lopez, J., & Lopez-Lopez, C. (2015). Sodium Intake Recommendations: A Subject that Needs to be Reconsidered. *Curr Hypertens Rev*, 11(1), 8-13.
- Magkos, F., Arvaniti, F., & Zampelas, A. (2003). Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *Int J Food Sci Nutr*, 54(5), 357-371.
- Maguire, K. M., Sabarez, H., & Tanner, D. (2004). Postharvest Preservation and Storage. In Y. H. Hui, S. Ghazala, D. Graham, K. Murrel, & W. K. Nip (Eds.), *Handbook of Vegetables Preservation and Processing* (pp. 39-67). New York: CRC Press.
- Mathooko, F. M. (1996). Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, 9(3), 247-264.
- Moreira, M. A., Tilbery, C. P., Monteiro, L. P., Teixeira, M. M., & Teixeira, A. L. (2006). Effect of the treatment with methylprednisolone on the cerebrospinal fluid and serum levels of CCL2 and CXCL10 chemokines in patients with active multiple sclerosis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 114(2), 109-113.

- Morgan, L. (2000). From sprouts to salads. *The Growing Edge*, 11(5), 12–27.
- Morgan, L. (2007). *Hydroponic Lettuce Production: A Comprehensive, Practical and Scientific Guide to Commercial Hydroponic Lettuce Production* (Rev. ed. ed.): Narrabeen N.S.W : Casper Publications, 2007.
- Morgan, L., & Lennard, S. (2000). *Hydroponic capsicum production : a comprehensive, practical and scientific guide to commercial hydroponic capsicum production*. Narrabeen: Casper.
- Mou, B. (2008). Lettuce. In J. Prohens & F. Nuez (Eds.), *Vegetables I* (pp. XII, 428): Springer-Verlag New York.
- Mou, B., & Ryder, E. J. (2004). *Relationship Between the Nutritional Value and the Head Structure of Lettuce*.
- Nickols, M. (2002). Aeroponics: production systems and research tools. *The Growing Edge*, 13(5), 30–35.
- Nicolle, C., Cardinault, N., Gueux, E., Jaffrelo, L., Rock, E., Mazur, A., . . . Rémésy, C. (2004). Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clinical Nutrition*, 23(4), 605–614.
- Nunes, C. N., & Emond, J.-P. (2007). Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 120, 235–245.
- Ölmez, H., & Kretzschmar, U. (2009). Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT - Food Science and Technology*, 42(3), 686–693.
- Paull, R. E. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 263–277.
- Pepe, G., Sommella, E., Manfra, M., De Nisco, M., Tenore, G. C., Scopa, A., . . . Campiglia, P. (2015). Evaluation of anti-inflammatory activity and fast UHPLC–DAD–IT–TOF profiling of polyphenolic compounds extracted from green lettuce (*Lactuca sativa* L.; var. Maravilla de Verano). *Food Chemistry*, 167, 153–161.
- Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, A. A. R. M., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2014). Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. *Food Chemistry*, 152, 603–611.
- Portugal Fresh. (2013). 250 milhões de alfaces por ano. Retrieved from <http://www.linus.pt/pt/media-center/250-milhoes-de-alfaces-por-ano>
- Ragaert, P., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2007). Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 44(3), 185–194.
- Rico, D., Martín-Diana, A. B., Barat, J. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18(7), 373–386.
- Roberto, K. (2003). *How-To Hydroponics* (4th ed.). New York: The Futuregarden Press.
- Robinson, J. E., Browne, K. M., & Burton, W. G. (1975). Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Annals of Applied Biology*, 81(3), 399–408.
- Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Aharoni, N., & Cohen, S. (2010). Modified Humidity Packaging of Fresh Produce. *Horticultural Reviews*, 37, 281–329.
- Rodríguez-Hidalgo, S., Artés-Hernández, F., Gómez, P. A., Fernández, J. A., & Artés, F. (2010). Quality of fresh-cut baby spinach grown under a floating trays system as affected by nitrogen fertilisation and innovative packaging treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(6), 1089–1097.
- Santamaria, P., Elia, A., Serio, F. and Todaro, E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(13), 1882–1888.
- Sastry, S. K. (1985). Moisture losses from perishable commodities: recent research and developments. *International Journal of Refrigeration*, 8(6), 343–346.
- Seljåsen, R., Bengtsson, G. B., Hoftun, H. and Vogt, G. (2001). Sensory and chemical changes in five varieties of carrot (*Daucus carota* L) in response to mechanical stress at harvest and post-harvest. *J. Sci. Food Agric.*(81), 436–447.
- Shamaila, M. (2005). Water and Its Relation to Fresh Produce. *Produce Degradation*, 267–291.
- Soetan, K. O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200–222.
- Steinmetz, K. A., & Potter, J. D. (1991). Vegetables, fruit, and cancer. I. Epidemiology. *Cancer Causes Control*, 2(5), 325–357.

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology* (3rd ed.). Sunderland, MA.: Sinauer Associates Inc.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2003). *Plant physiology* (T. Lazar Ed. 3rd ed. Vol. 91): Oxford University Press.
- The Packer. (1992). Consumer Profile Study. *Fresh Trends*.
- Thimann, K. V. (1980). The senescence of leaves. In K. V. Thimann (Ed.), *Senescence in plants* (pp. 85-115). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Thompson, A. K. (2010). 17 - Postharvest chemical and physical deterioration of fruit and vegetables *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages* (pp. 483-518): Woodhead Publishing.
- Toole, G. A., Parker, M. L., Smith, A. C., & Waldron, K. W. (2000). Mechanical properties of lettuce. *Journal of Materials Science*, 35(14), 3553-3559.
- Tronstad, R. (1995). *Direct Farm Marketing and Tourism Handbook*: University of Arizona.
- Tudela, J. A., Marín, A., Martínez-Sánchez, A., Luna, M. C., & Gil, M. I. (2013). Preharvest and postharvest factors related to off-odours of fresh-cut iceberg lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 463-471.
- USDA. (2015). USDA Food Composition Databases. Available at <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
- Van Buren, J. P. (1979). The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(1), 1-23.
- Van Den Berg, L. (1987). Water vapour pressure. In J. Weichmann (Ed.), *Postharvest Physiology of Vegetables* (pp. 203-230). New York: Marcel Dekker.
- Varennes, A. d. (2006). *Produtividade dos Solos e Ambiente*
- Varoquaux, P., Mazollier, J., & Albagnac, G. (1996). The influence of raw material characteristics on the storage life of fresh-cut butterhead lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 9(2), 127-139.
- Varoquaux, P., & Ozdemir, I. S. (2005). Packaging and Produce Degradation. In D. Ukululu, S. Imam & O. Lamikanra (Eds.), *Produce Degradation: Pathways and Prevention* (pp. 117-153). Boca Ratón: CRC Press.
- Vidal, L., Ares, G., & Giménez, A. (2013). Projective techniques to uncover consumer perception: Application of three methodologies to ready-to-eat salads. *Food Quality and Preference*, 28(1), 1-7.
- Watada, A. E., & Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 201-205.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals* (4th ed.). New York: CAB International.
- Wisner, W. V. (2014). Chapter 3 - Consumer Eating Habits and Perceptions of Fresh Produce Quality A2 - Florkowski, Wojciech J. In R. L. Shewfelt, B. Brueckner, & S. E. Prussia (Eds.), *Postharvest Handling (Third Edition)* (pp. 31-52). San Diego: Academic Press.
- Zagory, D., & Kader, A. A. (1988). Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. *Food Technology*, 42(9), 70-77.

Anexos

Anexo I: Inquérito sobre hidroponia

Exmo(a). Sr(a). No âmbito do projeto de dissertação do Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição, da Universidade do Porto, venho pedir a sua participação neste breve questionário relacionado com a percepção do consumidor relativamente a produtos hidropónicos. A sua participação é fundamental, totalmente anónima e confidencial. Os resultados obtidos serão utilizados unicamente para fins científicos, pelo que peço e agradeço desde já a sua colaboração.

Muito obrigada!

1. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **hidroponia**?

2. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **alface**?

3. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **ervas aromáticas**?

Sabendo que **hidroponia** ou produção hidropónica é uma técnica de cultivo onde as raízes das plantas em produção crescem em soluções de água enriquecida em nutrientes sem ter qualquer contacto com o solo, responda, por favor, às seguintes questões.

4. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **alface produzida em hidroponia**?

5. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **ervas aromáticas produzidas em hidroponia**?

6. Quais são as primeiras 4 palavras que lhe vêm à memória quando pensa em **alface produzida em hidroponia comercializada com raiz**?

7. Com que frequência consome alface?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Nunca ou <1 vez por mês (avance até à questão n.º10) | <input type="checkbox"/> 2 a 4 vezes por semana |
| <input type="checkbox"/> 1 a 3 vezes por mês | <input type="checkbox"/> 5 a 6 vezes por semana |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por semana | <input type="checkbox"/> 1 ou >1 vez por dia |

8. Onde é adquirida a alface que consome em ambiente familiar? (Pode selecionar mais do que uma opção)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Super e hipermercados | <input type="checkbox"/> Não tenho conhecimento |
| <input type="checkbox"/> Mercarias e lojas de comércio tradicional | <input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| <input type="checkbox"/> Produção própria | |

9. Qual ou quais os formatos de alface que costuma consumir/adquirir? (Pode selecionar mais do que uma opção)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Alface inteira não embalada | <input type="checkbox"/> Folhas de alface cortadas, pré lavadas e embaladas |
| <input type="checkbox"/> Alface inteira embalada | <input type="checkbox"/> Outro: _____ |

10. Com que frequência consome ervas aromáticas?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Nunca ou <1 vez por mês (avance até à Caracterização Sociodemográfica) | <input type="checkbox"/> 2 a 4 vezes por semana |
| <input type="checkbox"/> 1 a 3 vezes por mês | <input type="checkbox"/> 5 a 6 vezes por semana |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por semana | <input type="checkbox"/> 1 ou >1 vez por dia |

11. Qual ou quais os tipos de ervas aromáticas que costuma consumir? (Pode selecionar mais do que uma opção)

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Frescas em vaso | <input type="checkbox"/> Frescas em saco | <input type="checkbox"/> Congeladas |
| <input type="checkbox"/> Frescas em ramo | <input type="checkbox"/> Secas | <input type="checkbox"/> Outro: _____ |

(Se não selecionou nenhuma das opções de ervas aromáticas frescas, por favor avance até à Caracterização Sociodemográfica)

12. Com que frequência consome ervas aromáticas **frescas**?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 a 3 vezes por mês | <input type="checkbox"/> 5 a 6 vezes por semana |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por semana | <input type="checkbox"/> 1 ou >1 vez por dia |
| <input type="checkbox"/> 2 a 4 vezes por semana | |

CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

1. Sexo:

- ☐ Feminino
☐ Masculino

2. Idade: _____ anos

3. Habilitações académicas:

- ☐ ≤ 4º ano
☐ 6º ano
☐ 9º ano
☐ 12º ano
☐ Curso de Especialização Tecnológica
☐ Bacharelato/Licenciatura
☐ Mestrado
☐ Doutoramento

4. Atividade profissional

- ☐ Trabalhador por contra de outrem
☐ Trabalhador por conta própria
☐ Desempregado ou sem atividade laboral
☐ Estudante
☐ Reformado/Aposentado
☐ Outro: _____



































5. Como considera a sua situação económica? (Faça uma cruz na opção que mais se adequar à sua situação)
























Difícil - 1	2	3	4	5	6	7 - Endinheirado/Abastado

6. Concelho de residência: _____

Muito obrigado pela sua participação!





































Anexo II: Levantamento de dados da oferta de mercado: produtos contendo alface fresca encontrados à venda nas cadeias de distribuição analisadas






































Alface inteira não embalada						
Cadeia de distribuição	Marca	Nome do produto	Peso (g/un.)	Preço (€/kg)		Imagem
		Alface frisada	SI	1.65		
		Alface frisada	SI	1.69		
		Alface lisa	≈ 430	1.59		
		Alface frisada	≈ 400	1.69		
		Alface frisada	SI	1.49		
		Alface frisada	≈ 400	1.29		
		Alface roxa	≈ 300	1.99		
		Alface frisada Bio	≈ 200	4.25		
Alface inteira embalada						
Cadeia de distribuição	Marca	Nome do produto	Peso (g)	Preço (€)	Embalagem/ Validade	Imagem
		Alface Iceberg	≈ 500	2.69 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Salanova roxa	≈ 250	6.00 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Salanova verde	≈ 250	6.00 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Iceberg	450	1.39	Ar livre/ SI	

		Alface Romana	300	1.59	Ar livre/ SI	
		Alface Romana	300	1.49	Ar livre/ SI	
		Corações de Alface Romana Natura Roxa	300	1.89	Ar livre/ SI	
	Lucas	Alface Lisa Verde e Roxa	180	0.99	Ar livre/ SI	
		Alface Frisada	Variável	2.29 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Roxa	Variável	2.29 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Lisa	Variável	2.49 /kg	Ar livre/ SI	
		Alface Frisada Biológica	Variável	3.99 /kg	Ar livre/ SI	

























Folhas de alface cortadas, pré-lavadas e embaladas

Cadeia de distribuição	Marca	Nome do produto	Composição	Peso (g)	Preço (€)	Embalagem/ Validade	Imagem
		Salada Mista	Alface frisada, chicória, <i>radicchio</i>	70	1.19	Atmosfera protetora/ 7 dias *	
		Salada Alface Multifolhas	Alface	125	1.39	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Camponesa	Alface verde, cenoura, milho, couve roxa	250	1.49	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Simples	Alface, cenoura	175	1.59	Atmosfera protetora/ 6 dias *	

		Salada Lux	Agrião, acelga, alface roxa, salsa, sementes de abóbora	125	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Sport	Espinafre, rúcula, alface roxa, cebolinho, sementes de abóbora e girassol	125	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Protect	Espinafre, alface roxa, cenoura, salsa, sementes de sésamo	125	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Ibéria	Alface verde, alface roxa, rúcula	150	2.00	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Lollo / Tango	Alface verde e alface roxa	150	2.05	Atmosfera protetora/ 7 dias *	
		Salada Mista com Frutos Secos	Noz, alface frisada, chicória, <i>radicchio</i>	200	2.09	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Aromática	Alface verde, alface roxa, coentros	150	2.15	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada do Campo Maxi	Alface verde, alface roxa, rúcula	300	2.39	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Maxi Mista	Alface frisada, chicória, <i>radicchio</i>	300	2.39	Atmosfera protetora/ 7 dias *	
		Salada Riva	Alface verde, alface roxa	100	1.79	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	100	1.99	Atmosfera protetora 6 dias *	
		Salada Aromática	Alface verde, alface roxa, coentros	100	1.99	Atmosfera protetora 6 dias *	

		Salada Ativa	Alface verde, beterraba, rúcula	150	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Alface Iceberg	Alface	250	1.29	SI/ SI	
		Alface Frisada com Cenoura	Alface, cenoura	175	1.35	SI/ SI	
		Alface Frisada	Alface	175	1.49	SI/ SI	
		Salada Suprema	Alface vermelha, rúcula	125	1.89	SI/ SI	
		Salada com Coentros	Alface roxa, coentros	150	1.99	SI/ SI	
		Alface Trocadero	Alface	200	2.69	SI/ SI	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	50	0.99	SI/ SI	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	100	1.79	SI/ SI	
		Salada Aromática	Alface verde, alface roxa, coentros	100	1.89	SI/ SI	
		Salada Mesclum	Alface verde, alface roxa, pak choi, folha de ervilha, acelza, mizuna	100	1.89	SI/ SI	
		Salada Provençal	Canónigos, alface roxa, escarola, cebolinho	100	1.99	SI/ SI	
		Salada Riva	Alface verde, alface roxa	100	1.99	SI/ SI	

		Salada Italiana	Alface roxa, rúcula, escarola	100	1.99	SI/ SI	
		Salada Bio Aromática	Alface verde, alface roxa, coentros	100	2.48	SI/ SI	
		Bio Salada Gourmet	Escararola, alface roxa, rúcula	100	2.48	SI/ SI	
		Salada Mesclum Bio	Alface vermelha, alface verde, rúcula, espinafre	100	2.59	SI/ SI	
		Alface Frisada Baby Leaf	Alface	125	0.99	Atmosfera protetora/ 5 dias *	
		Salada Ibérica	Alface frisada verde e roxa, rúcula	50	1.19	Atmosfera protetora/ 5 dias *	
		Salada Alface Frisada	Alface	150	1.19	Atmosfera protetora/ 5 dias *	
		Salada Alface Iceberg	Alface	250	1.19	Atmosfera protetora/ 5 dias *	
		Salada Tricolor	Alface iceberg, cenoura, radicchio	200	1.29	Atmosfera protetora/ 4 dias *	
		Salada Duo	Alface verde, alface roxa	150	1.29	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	150	1.69	Atmosfera protetora/ 5 dias *	
	Viva	Salada Camponesa	Alface verde, cenoura, couve roxa, milho	200	1.29	Atmosfera protetora/ 5 dias *	

		Alface Frisada	Alface	125	1.39	SI/ 6 dias *	
		Salada Camponesa	Alface, cenoura, couve roxa, milho	125	1.49	SI/ 6 dias *	
		Alface Iceberg	Alface	300	1.59	SI/ 6 dias *	
		Salada Premium	Alface verde, cenoura	200	1.79	SI/ 6 dias *	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	200	1.99	SI/ 6 dias *	
		Salada Riva	Alface verde, alface roxa	100	1.79	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Ibérica	Alface verde, alface roxa, rúcula	100	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Aromática	Alface verde, alface roxa, coentros	100	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	
		Salada Ativa	Alface verde, beterraba, rúcula	150	1.99	Atmosfera protetora/ 6 dias *	

SI: Sem Informação

* - a contar desde o dia da recolha de informações

Anexo III: Tabelas (*output*) resultante dos testes estatísticos realizados com o *software IBM SPSS Statistics* para a avaliação da qualidade pós-colheita das alfaces colhidas e comercializadas com raiz

Tabela 21 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a dois fatores para cada parâmetro de qualidade avaliado.

	L*	a*	b*	TCD	SPAD	Perda de Massa	RO ₂	RCO ₂	Teor em água	Acastanhamento	Emurhecimento	Aparência global
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Tratamento	,001*	,000*	,000*	,022*	,000*	,000*	,000*	,068	,563	,000*	,000*	,000*
Tempo	,086	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*	,019*	,000*	,000*	,000*	,000*
Tratamento*Tempo	,656	,008*	,509	,597	,026*	,000*	,000*	,048*	,563	,013*	,000*	,000*

Tabela 22 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o parâmetro a* da cor para todos os dias de avaliação.

		a*					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água	,999	,999	,378	,015	,052	,002*
	Alface com raiz ao ar	,429	,429	,995	,537	,982	,363
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz	,999	,999	,378	,015*	,052	,002*
	Alface com raiz ao ar	,404	,404	,432	,001*	,076	,045
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz	,429	,429	,995	,537	,982	,363
	Alface com raiz em bolsa de água	,404	0,404	,432	,001*	,076	,045*

Tabela 23 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o índice SPAD para todos os dias de avaliação.

		SPAD					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água	,995	,285	,088	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar	,991	,931	,053	,079	,409	,568
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz	,995	,285	,088	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar	,973	,156	,968	,000*	,000*	,000*
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz	,991	,931	,053	,079	,409	,568
	Alface com raiz em bolsa de água	,973	,156	,968	,000*	,000*	,000*

Tabela 24 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para a perda de massa para todos os dias de avaliação.

		Perda de massa					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água		,036*	,016*	,059	,015*	,018*
	Alface com raiz ao ar		,762	,022*	,002*	,000*	,000*
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz		,036*	,016*	,059	,015*	,018*
	Alface com raiz ao ar		,007*	,000*	,000*	,000*	,000*
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz		,762	,022*	,002*	,000*	,000*
	Alface com raiz em bolsa de água		,007*	,000*	,000*	,000*	,000*

Tabela 25 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para acastanhamento para todos os dias de avaliação.

		Acastanhamento					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água		,849	,080	,010*	,002*	,013*
	Alface com raiz ao ar		,849	,912	,981	,914	,880
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz		,849	,080	,010*	,002*	,013*
	Alface com raiz ao ar		,525	,034*	,015*	,005*	,041*
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz		,849	,912	,981	,914	,880
	Alface com raiz em bolsa de água		,525	,034*	,015*	,005*	,041*

Tabela 26 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para o emurhecimento para todos os dias de avaliação.

		Emurhecimento					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água		,013*	,000*	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar		,418	,054	,013*	,046*	,379
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz		,013*	,000*	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar		,191	,000*	,000*	,000*	,000*
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz		,418	,054	,013*	,046*	,379
	Alface com raiz em bolsa de água		,191	,000*	,000*	,000*	,000*

Tabela 27 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para a aparência global para todos os dias de avaliação.

		Aparência global					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água	1,000	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar	,177	,090	,084	,009*	,027*	,132
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz	1,000	,000*	,000*	,000*	,000*	,000*
	Alface com raiz ao ar	,177	,090	,004*	,000*	,000*	,000*
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz	,177	,090	,084	,009*	,027*	,132
	Alface com raiz em bolsa de água	,177	,090	,004*	,000*	,000*	,000*

Tabela 28 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para RO₂ para todos os dias de avaliação.

		RO ₂					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água	,706	,405	,281	,012*	,025*	,003*
	Alface com raiz ao ar	,019*	1,000	,402	,866	,507	,014*
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz	,706	,405	,281	,012*	,025*	,003*
	Alface com raiz ao ar	,049*	,400	,951	,021*	,063	,406
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz	,019*	1,000	,402	,866	,507	,014*
	Alface com raiz em bolsa de água	,049*	,400	,951	,021*	,063	,406

Tabela 29 – Valores de significância (valor-p) resultantes da ANOVA a um fator para RCO_2 para todos os dias de avaliação.

		RCO_2					
		Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 8	Dia 10	Dia 13
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Alface sem raiz	Alface com raiz em bolsa de água	,392	,325	,327	,805	,996	,219
	Alface com raiz ao ar	,013*	,280	,536	,766	,875	,327
Alface com raiz em bolsa de água	Alface sem raiz	,392	,325	,327	,805	,996	,219
	Alface com raiz ao ar	,070	,992	,897	,997	,913	,942
Alface com raiz ao ar	Alface sem raiz	,013*	,280	,536	,766	,875	,327
	Alface com raiz em bolsa de água	,070	,992	,897	,997	,913	,942

Anexo IV: Registos fotográficos dos três grupos de estudo da alface no 13º dia do armazenamento refrigerado (final do armazenamento)



Da esquerda para a direita: alface sem raiz; alface com raiz em bolsa de água; alface com raiz ao ar.

Registos fotográficos dos três grupos de estudo da alface ao longo do armazenamento refrigerado: Alface sem raiz



Registos fotográficos dos três grupos de estudo da alface ao longo do armazenamento refrigerado: Alface com raiz em bolsa de água



Registos fotográficos dos três grupos de estudo da alface ao longo do armazenamento refrigerado: Alface com raiz ao ar

